

Jyri Moisio

Vantaan liikenneväylien keskilinjojen vektorointi eri tarkoituksiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikka

Insinöörityö

30.11.2016

Tekijä Otsikko	Jyri Moisio Vantaan liikenneväylien vektorointi eri tarkoituksiin
Sivumäärä Aika	46 sivua + 1 liite 30.11.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	maanmittaustekniikka
Ohjaajat	kaupunkimittaussinsinööri Kimmo Junttila lehtori Jussi Laari
<p>Tässä insinöörityössä suunniteltiin ja toteutettiin Vantaan kaupungille uusi ajoneuvoliikenteen keskilinja-aineisto ortoilmakuvilta vektoroimalla. Vektorointi suoritettiin kolmen kesätyöntekijän avulla. Lisäksi työhön sisältyi kevyen liikenteen keskilinja-aineiston päivittäminen yhteensopivaksi kaupungin käyttämän suunnittelu- ja karttajärjestelmän kanssa.</p> <p>Uusi keskilinja-aineisto toteutettiin hybridimallina, mikä tarkoittaa sitä, että aineisto sisältää ajoratojen ja ajokaistojen keskilinja-aineistot, mutta osa ajoratojen geometriasta kuuluu molempiin aineistoihin. Työssä käydään läpi työhön vaikuttaneet lähtötiedot, aiheeseen liittyvät säädökset sekä aineiston suunnittelu ja toteutus. Vektorointi-luvun lopussa on yhteenveto, josta selviää vektorointiin liittyviä tilastoja.</p> <p>Insinöörityön tuloksena Vantaalle saatiin desimetri-tarkka koko kaupungin kattava ajoradat ja ajokaistat käsittävä keskilinja-aineisto sekä nykyisen suunnittelu- ja karttajärjestelmän kanssa yhteensopiva kevyen liikenteen keskilinja-aineisto. Työ teki Vantaasta Suomen ensimmäisen kaupungin, jolla on oma ajokaistatasoinen keskilinja-aineisto.</p>	
Avainsanat	vektorointi, digitointi, konversio, FME, MicroStation, Stella Map, keskilinja, kartta, liikenne, ajokaista, ajorata, Digiroad, Vantaa

Author Title	Jyri Moisio Vectorizing centerlines of various vehicle transportation networks in Vantaa
Number of Pages Date	46 pages + 1 appendice 30 November 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Land Surveying
Instructors	Kimmo Junttila, City Surveying Engineer Jussi Laari, Senior Lecturer
<p>In the final year project, a new centerline dataset for the city of Vantaa was designed and implemented. In addition, the dataset containing centerlines for pedestrian and cyclist routes was updated to be compatible with the current mapping and planning system.</p> <p>The new centerline dataset contains vectorized mapping data representing citywide road and lane centerlines. The vectorizing was performed with the help of three summer employees. The dataset was implemented in a hybrid model which means that part of the road level centerlines also function as lane level centerlines. For the Bachelor's thesis, initial data and related regulations were collected. After that the design process and implementation of centerline dataset were examined.</p> <p>The final year project produced an updated centerline map for pedestrians and cyclists that is compatible with the current mapping and planning system, as well as a new high-accuracy citywide road centerline dataset that includes both road and lane level centerlines. Due to this final year project, the City of Vantaa became the first city in Finland to have its own lane level centerlines.</p>	
Keywords	vectorizing, digitizing, conversion, FME, MicroStation, Stella Map, centerline, map, traffic, lane, road, Digiroad, Vantaa

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat	2
2.1	Kuntatekniikan keskus	2
2.1.1	Mittausosasto	2
2.1.2	Geotekniikan yksikkö	3
2.1.3	Katutekniikka	4
2.1.4	Liikennesuunnittelu ja kadunpito	5
2.2	Aiheeseen liittyvät säädökset	6
2.2.1	Laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä 991/2003	6
2.2.2	Valtioneuvoston asetus tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuustiedoista 997/2003	7
2.2.3	JHS 188	7
2.2.4	Maantielaki 503/2005	8
2.3	Keskilinja-aineistojen käyttö kunnissa	8
2.4	Mittausosaston nykyinen kevyen liikenteen keskilinja-aineisto	11
3	Suunnittelu	12
3.1	Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston konversio	12
3.2	Ajoneuvoliikenteen keskilinja-aineiston tyyppi	14
3.2.1	Reittien keskilinjat	14
3.2.2	Ajoratojen keskilinjat	14
3.2.3	Ajokaistojen keskilinjat	16
3.2.4	Yhteenveto	19
3.3	Keskilinja-aineiston toiminnallinen luokittelu	20
3.4	Keskilinja-aineiston muut ominaisuustiedot	21
4	Toteutus	22
4.1	Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston kuvatiedostokonversio	22
4.2	Ajoneuvoliikenteen Stella Map -kohde	29
4.3	Ohje kesätyöntekijöille	33
4.4	Vektorointi	34
4.4.1	Ajoratojen geometria	34
4.4.2	Ajokaistojen geometria	35

4.4.3	Ominaisuustiedot	36
4.4.4	Ajoratojen keskilinjoiden yhdistäminen naapurikuntien aineistoihin	38
4.4.5	Yhteenveto	38
5	Laadunvarmistus	41
6	Yhteenveto	42
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Vantaan uuden keskilinja-aineiston esittely	

Lyhenteet

DGN	Bentleyn MicroStationin oma DesiGN-kuvatiedostomuoto.
FME	Safe Software Incin ohjelma, jonka nimi tulee sanoista Feature Manipulation Engine.
GNSS	GNSS:llä tarkoitetaan maailmanlaajuisia satelliittipaikannusjärjestelmää. Lyhenne tulee sanoista Global Navigation Satellite System.
GPS	GPS on Yhdysvaltain puolustusministeriön ylläpitämä satelliittipaikannusjärjestelmä. Lyhenne tulee sanoista Global Positioning System.
GSD	digitaalisten ilmakuvien pikselikoko ilmaistaan GSD-arvona. Lyhenne tulee sanoista Ground Sample Distance.
HSL	lyhenne Helsingin seudun liikenne-kuntayhtymästä, joka vastaa joukkoliikenteen järjestämisestä pääkaupunkiseudulla.
HSY	lyhenne Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymästä, joka tuottaa mm. vesihuollon ja jätehuollon palveluja pääkaupunkiseudulla.
JHS	julkisen hallinnon suositus.
MDL	MicroStation Development Language, on ohjelmointikieli, jolla voi luoda lisäosia MicroStationiin.
MVBA	MicroStation Visual Basic for Applications, on ohjelmointikieli, jolla voi luoda lisäosia MicroStationiin.
null	arvo, joka tarkoittaa tietokonemaailmassa tyhjää.
XFM	XML-based Feature Modeling, on Bentley Mapin XML-kieleen pohjautuva tietomalli.
XML	eXtendend Markup Language.

Työ toteutettiin neljässä vaiheessa: ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin aiheeseen, toteutettiin asiantuntijahaastattelut sekä lähetettiin kysely muille kunnille. Työn toisessa vaiheessa suunniteltiin ja konvertoitiin kevyen liikenteen keskilinja-aineisto. Työn kolmannessa vaiheessa suunniteltiin ja toteutettiin mittausosaston ja muiden kuntatekniikan-yksiköiden tarpeita vastaava kohde Bentleyyn Stella Mapiin sekä kirjoitettiin ohjeistus kesätyöntekijöille. Työn neljännessä vaiheessa keskilinjat vektoroitiin. Työn viides vaihe olisi sisältänyt tuotetun keskilinja-aineiston topologian ja ominaisuustietojen tarkastukset sekä korjaukset, mutta tämän insinöörityön osalta aika riitti vain edellä mainittuihin neljään. Olen loogisuuden vuoksi sijoittanut tässä insinöörityössä kevyen liikenteen keskilinja-aineiston kuvatiedostokonversion eri vaiheet ajoneuvoliikenteen keskilinja-aineiston suunnittelun ja tuottamisen vaiheiden yhteyteen.

Työ tehtiin Vantaan kaupungin mittausosaston toimeksiannosta.

2 Lähtökohdat

2.1 Kuntatekniikan keskus

Kuntatekniikan keskuksen tulosalue kuuluu maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimialaan, joka on suoraan Vantaan apulaiskaupunginjohtajan alaisuudessa. Kuntatekniikan keskukseseen kuuluu kahdeksan tulosyksikköä ja yhdessä ne vastaavat mm. kaupungin liikennesuunnittelusta, kiinteistönmuodostamis- ja rekisteröintitehtävistä, mittauspalveluista, paikkatieto- ja kartastotehtävistä, liikennesuunnittelusta sekä yleisten alueiden suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta. Joukkoliikenneasiat tehdään yhteistyössä HSL:n kanssa. Kuntatekniikan keskusta johtaa kaupungininsinööri Henry Westlin. [1]

2.1.1 Mittausosasto

Mittausosasto vastaa kaupungin maanmittauspalveluista, kiinteistönmuodostamis- ja rekisteröintitehtävistä sekä merkittävimpien kartta- ja paikkatietoaineistojen tuottamisesta sekä ylläpidosta [2]. Mittausosaston toiminta on jaettu kiinteistörekisteri- sekä kartta ja

mittaus -vastuualueisiin. Kiinteistörekisterin alla toimii kiinteistönmuodostus- ja paikka-tieto työpisteet. Kartta ja mittaus -vastuualueen alla kartastot-työpiste, kartanmyynti sekä Itä- ja Länsi-Vantaan maastomittauspiirit. [3]

Mittausosasto ja kaupunkisuunnittelu käyttävät kartta- ja suunnittelujärjestelmässä Bentley Stella Map -sovellusta. Karttoja ylläpidetään kuvatiedostoissa. [4, s. 7.]

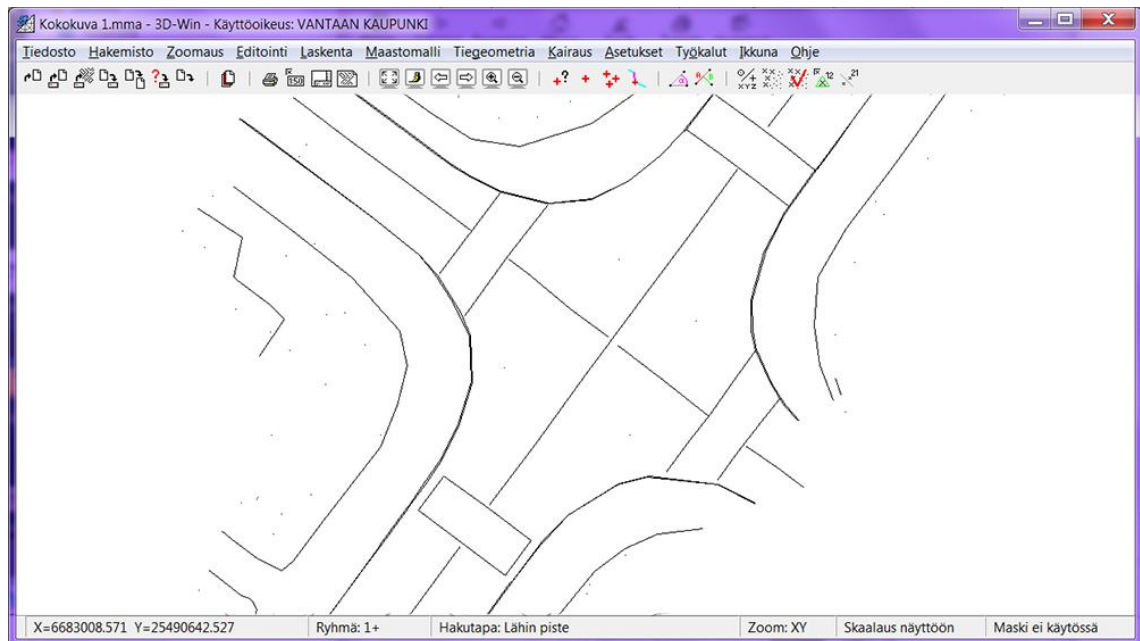
Mittausosaston osalta tämän työn tavoitteena oli huomioida kuntatekniikan keskuksen eri yksiköiden tarpeet keskilinja-aineistolle, JHS 188 -suositus sekä vastata kaupungin laajeneviin velvoitteisiin Digiroadin suuntaan. Mittausosastolla löytyi kannatusta sekä ajorata- että ajokaistatasoiselle aineistolle. Ajokaistatasoisen aineiston tuottamista perusteltiin sillä, ettei toista Digiroadia ei kannatta lähteä tekemään. [5]

2.1.2 Geotekniikan yksikkö

Geotekniikan yksikkö tuottaa tai hankkii geoteknisiä tutkimus- ja asiantutijapalveluja sekä ylläpitää rekisteriä kaupungin alueella tehdyistä maaperätutkimuksista ja tarjoaa niistä tietoja maksutta. Yksikkö koostuu kolmesta vastuualueesta: toimistohenkilöstöstä, maastotutkimusyksiköstä ja maalaboratoriosta.

Yksikön päätehtäviä on mm. geotekniset tietopalvelut, ylijäämämassojen käytön ja sijoituksen suunnittelu, pilaantuneiden maa-alueiden kunnostuksen toteutus, rakentamisen ympäristövaikutuksien selvittäminen, pohjatutkimukset sekä geotekniset mittaukset. Yksikkö toteuttaa tutkimukset omalla maastutkimusyksiköllä ja maalaboratoriolla sekä sopusuhteiden avulla. [6]

Esimerkiksi katukohteissa (kuva 2), geotekniikan yksikkö kartoittaa kolmiulotteisesti katukohteista ajoradan keskilinja, asfaltin reunat sekä joissain tapauksissa ajoratojen maalimerkinnot GNSS/takymetri-yhteiskäytöllä. Näissä kartoitusten tarkkuusvaatimus on 2–3 cm. [7]



Kuva 2. Geotekniikan yksikön tekemä kartoitus Nuijatieltä Vantaalta.

Geotekniikan yksiköllä ei ole käyttöä ajokaistojen keskilinjoiille, mutta ajoratojen keskilinjoiille sillä voisi olla, mikäli ne pystytään tuottamaan muutaman senttimetrin tarkkuudella [7].

2.1.3 Katutekniikka

Katutekniikka vastaa kaupungin ulkovalaistuksesta, vesihuollon yleissuunnittelusta, katujen ja vesihuollon rakennussuunnittelusta ja rakennuttamisesta sekä katujen, viheralueiden ja vesihuollon omajohtoisesta rakentamisesta. Katutekniikka toteuttaa ohjelmoidut hankkeet ja luovuttaa ne valmiina katujen osalta kadunpidolle ja vesihuollon osalta HSY:lle. [8]

Katutekniikka piti ajokaistakohtaista geometriaa hyvänä vaatimuksena, jos yhteen suuntaan on enemmän kuin yksi ajokaista. Ominaisuustiedoiksi katutekniikka toivoi kadun tyyppiä, kadun leveyttä, nopeusrajoitusta, ajosuuntaa sekä päällystetyyppeä. [9]

2.1.4 Liikennesuunnittelu ja kadunpito

Liikennesuunnittelun ja kadunpidon toimipisteet sijaitsevat samassa rakennuksessa ja ne kokosivat yhteiset tarpeet tuotettavalle ajoneuvoliikenteen keskilinja-aineistolle sekä konvertoitavalle kevyenliikenteen keskilinja-aineistolle.

Vantaan kaupungin liikennesuunnittelu vastaa kaupungin katuverkoilla ja yleisillä alueilla tapahtuvasta liikennesuunnittelusta. Liikennesuunnittelun keskeisimpiä tehtäviä ovat mm. liikenne- ja liikenteen ohjausjärjestelyiden suunnittelu, joukkoliikenteen kehittäminen yhteistyössä HSL:n kanssa, liikenneturvallisuuden seuranta sekä jalankulun ja pyöräilyn edistäminen. [10]

Vantaan kaupungin kadunpito vastaa katujen kunnossa- ja puhtaanapitotoista sekä liikenne- ja ulkovalaistuksesta. Hoidettavia katuja, teitä ja kevyenliikenteenväyliä kaupungissa on yhteensä noin 1 500 kilometriä. Katuja kunnossapidetään talvisin kunnossapitoluokituksen mukaisessa järjestyksessä. Pääväylät ja joukkoliikennettä palvelevat kadut kuuluvat pääsääntöisesti I- ja II-luokkiin, asuntokadut III-luokkaan. [11]

Liikennesuunnittelu ja kadunpito puolsivat ajokaistatasoisen keskilinjageometrian tuottamista. Erityisen tärkeänä pidettiin sitä, että tuleva aineisto päivitetään säännöllisesti MapInfo-muotoon. Ominaisuustiedoiksi toivottiin korkeustietoa, liikenteen suuntaa, tie- ja katuluokkaa, kunnossapitoluokkaa, pituus- ja leveystietoa, tietoa päällystyksestä on/ei-tarkkuudella, nopeus-, korkeus- ja kulkurajoitteita sekä ramppien ja kääntyvien ajokaistojen erittelemistä. [12]

Jo olemassa olevalle kevyen liikenteen keskilinja-aineistolle toivottiin yksinkertaisempaa kohdeluokittelua ja monipuolisempia ominaisuustietoja (kuva 3), sillä nykyisessä aineistossa kaikki kohteet ovat omina tietolajeinaan. [12]

Kohdeluokka	Hierarkia	Päällyste	Muu ominaisuus	Kunnossapito
Jalkakäytävä	Pääreitti	Hiekka	Puistokäytävä	1
Pyörätie	Pääreitti	Asfaltti	Katuverkolla	1
Yhdistetty jk+pp	Paikallisreitti	Pururata	Kuntorata	Hiihtolatu
Yhdistetty jk+pp	Paikallisreitti	Asfaltti	Katuverkolla	2

Kuva 3. Toivottu kohdeluokittelu kevyen liikenteen keskilinja-aineistolle.

Uusiksi ominaisuustiedoiksi toivottiin tietoa siitä, onko mopoilu sallittu sekä tietoa, onko kohde päällystetty vai päällystämätön. Nykyisen aineiston kohdeluokalle ”Jalkakäytävällinen tie” toivottiin selvyyden vuoksi ”Pyöräily ajoradalla” -nimeä. Lisäksi mainittiin, että osa hiihtoladuista kulkee talvisin ulkoilureiteillä ja osa pelloilla, jolloin luokittelu menee hieman päällekkäin. [12]

Kaupungin tie- ja katuluokitusta ylläpidetään katurekisterissä. Luokituksen mainittiin olevan varsin kirjavaa (kuva 4), koska katurekisterin käytön aikana on tullut uusia luokkia ja osa termistöstä on muuttunut. [12]

Luokat	Tyyppi
Tieluokat	Moottoritie
	Valtatie
	Kantatie
	Seututie
Katuluokat	Pääkatu, seudullinen
	Pääkatu, alueellinen
	Kokoojakatu, alueellinen
	Kokoojakatu tai -tie
	Liityntäkatu tai -tie
	Pihakatu

Kuva 4. Kaupungin katurekisterin tie- ja katuluokat. Rekisteri sisältää myös muita luokkia.

2.2 Aiheeseen liittyvät säädökset

2.2.1 Laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä 991/2003

Vuonna 2003 laadittiin laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä, eli ns. Digiroad-laista, joka määrittelee tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tietoja toimittavien viranomaisten tehtävät. Lain tarkoituksena on järjestää tieverkon tiedot käsittävä valtakunnallinen tietojärjestelmä ja tietopalvelu. Laki velvoittaa kunnat toimittamaan katujen ja kunnan hoitamien yksityisteiden tietoja tie- ja katuverkon tietojärjestelmään sen ylläpitoa varten. Kunnat sopivat tietojen toimitustavasta Liikenneviraston kanssa. [13]

2.2.2 Valtioneuvoston asetus tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuuksista 997/2003

Digiroadiin tallennettavat tietolajit on listattu yhteenvedonomaaisesti valtioneuvoston asetuksessa tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuuksista. Asetuksella veloitetaan tallentamaan tie- ja katuverkon, lauttayhteyksien sekä rautatieverkon keskilinjageometria kuvassa 5 osoitetuilla ominaisuuksilla ja kohteilla [14]:

Liikennejärjestelmän ominaisuudet	Käyttörajoitusominaisuudet	Muut ominaisuudet	Tie- ja katuverkon käyttäjiä tukevat kohteet
Väylätyyppi	Suljettu yhteys ja avattava puomi	Kaistojen lukumäärä	Liitännäisliikealue
Liikennevirran suunta	Paino-, korkeus-, leveys- ja pituusrajoitus	Leveys	Maamerkki
Tien tai kadun nimi	Ajoneuvorajoitus	Nopeusrajoitus	Kaupunginosa
Osoitenumerointi	Kääntymisrajoitus	Joukkoliikenteen pysäkki	Risteys
Toiminnallinen luokka		Silta, alikulku tai tunneli	Erityinen teiden/väylien yhdistelmä
Kansallinen tieluokka		Valo-ohjattu liittymä ja liikennevalo	Eritasopiste
Eurooppatiennumero		Päällystetty tie	Juna- tai lauttayhteys
Käyttörajoitus ja käyttöaika		Valaistu tie	Joukkoliikenne- ja taksiasema
Liikennemäärä ja ruuhkautumisherkkyys		Rautatien tasoristeys	Pysäköintialue ja -talo
Mitattu pituus		Omistaja	Linja- ja kuorma-autojen pysäköintialue
Maisemallinen arvo		RDS/TMS-paikka	Sairaala ja ensiapupiste
Lautta- ja rautatietyyppi		Yleisten teiden tie-, tieosa ja ajoratanumero	Ajoneuvon lastaus junaan tai laivaan
		Kelirikko ja kulkurajoitus	Laivaterminaali
		Opastustaulu ja sen informaatio	Tavaraliikennekeskus
		Päällekkäinen raitiotie	Lepoalue
		Rakentamistilanne	Kaupungin keskusta
		Suojatie	Rajanylityspaikka ja tulli
		Hoitoalue	
		Taajama	
		Pohjavesialue	

Kuva 5. Valtioneuvoston asetuksen sisältämistä ominaisuuksista koostettu taulukko

2.2.3 JHS 188

Julkisen hallinnon suositus numero 188 käsittelee kansallisen tie- ja katuverkostoaineiston ylläpitoa sekä ylläpitotietojen dokumentointia. Suosituksen viitekehyksenä toimivat

Suomen Kuntaliiton KRYSP-hanke sekä Liikenneviraston ja Maanmittauslaitoksen laatimat kansallisen tie- ja katuverkostoaineiston liittyvät määrittelyt ja mallinnussäännöt sekä Digiroad-tietomalli.

Tie- ja katuverkon geometrian kansalliset mallinnussäännöt on kuvattu suosituksen liitteessä 1, joka sisältää perusteet yhtenäisen keskilinjageometrian tuottamiselle linkki-solmu-mallin avulla. Mallissa tie- ja katuverkko koostuu tielinkeistä, jotka ovat enintään liittymävalin mittaisia. Tielinkeille voidaan määritellä tietä kuvaavia ominaisuustietoja. Tiesolmut ovat kahden tai useamman tielinkin risteyskohtia tai tielinkkien päätepisteitä.

Suosituksen tavoitteena on, että Liikennevirasto, Maanmittauslaitos ja kunnat tuottaisivat sisällöllisesti ja rakenteellisesti määrämuotoista keskilinja-aineistoa, jota voitaisiin nykyistä helpommin yhdistää ja käyttää eri tietojärjestelmissä.

Suositus ei koske kuntien sisäisiä tietomalleja, kuntien katuverkkojen aluemaisten kohteiden geometriaa tai ominaisuustietoja. Suosituksessa kuitenkin pyydetään huomioidaan suosituksen tavoitteet. [15]

2.2.4 Maantielaki 503/2005

Maantielain 4 §:ssä on säädetty maanteiden luokittelusta. Maantiellä tarkoitetaan yleiseen liikenteeseen luovutettua tietä, jonka ylläpitämisestä valtio huolehtii. Maantielaissa maantiet ovat jaettu liikenteellisen merkityksensä mukaan valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin.

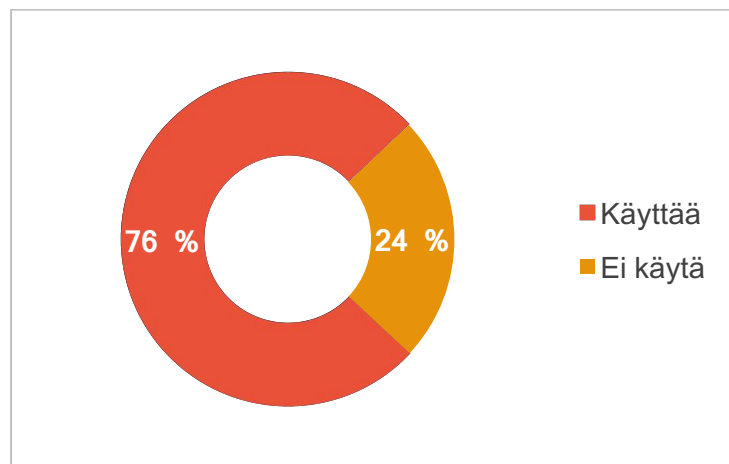
Valta- ja kantatiet ovat Suomen tieverkon pääteitä. Valtatiet palvelevat valtakunnallista ja maakuntien välistä pitkämatkaista liikennettä. Kantatiet täydentävät valtatieverkkoa ja palvelevat maakuntien liikennettä. Seututiet palvelevat seutukuntien liikennettä ja liittävät näitä valta- ja kantateihin. Muut maantiet ovat yhdysteitä. Yhdystiet palvelevat paikallista liikennettä. [16]

2.3 Keskilinja-aineistojen käyttö kunnissa

Toteutin keskilinjoihin liittyvän kyselyn, jonka perimmäinen tarkoitus oli löytää kunta, jolta löytyisi kokemuksia ja kerrottavaa ajokaistatasoisesta geometriasta. Toteutin kyselyn

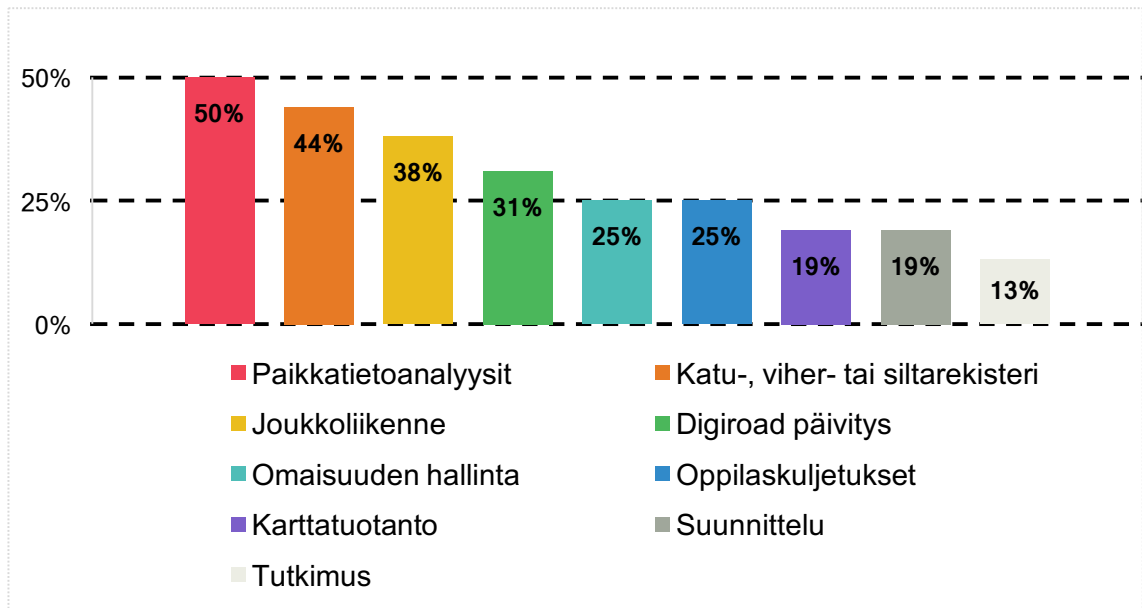
sähköpostihaastatteluna, jossa kunnat saivat vapaamuotoisesti kertoa keskilinja-aineistoon liittyvistä asioista kuten, keskilinjageometrian tyypistä, käyttötarkoituksista, ominaisuuksiedoista sekä ylläpidosta ja ylläpitokustannuksista. Kysely lähetettiin 58 suurimmalle kunnalle. Vastauksia tuli vain 25 kunnalta. Koostin näistä vastauksista seuraavat kaaviot.

Vastaajista 76 % käyttää joko omaa tai Digiroadin keskilinja-aineistoa. Loput 24 % ei käytä keskilinja-aineistoa, keskilinja-aineiston käyttöönotto on kesken tai naapurikunta vastaa sen ylläpidosta ja käytöstä (kuva 6).



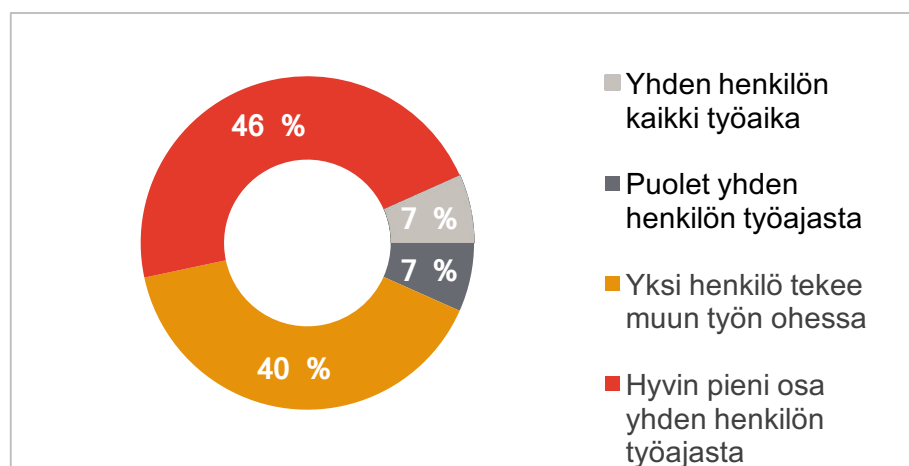
Kuva 6. Keskilinja-aineistojen käyttö kunnissa

Vastaajista 15 kertoi keskilinja-aineiston käyttötarkoituksista (kuva 7). Vastaukset aineiston käyttötarkoituksiin olivat varsin kirjavia ja vapaamuotoisia, joten olen joutunut loke-roimaan niitä alla olevaa esitystä varten. Keskimäärin jokaisella vastaajalla oli 2,6 eri käyttötarkoitusta.



Kuva 7. Keskilinja-aineistojen käyttötarkoitukset kunnissa

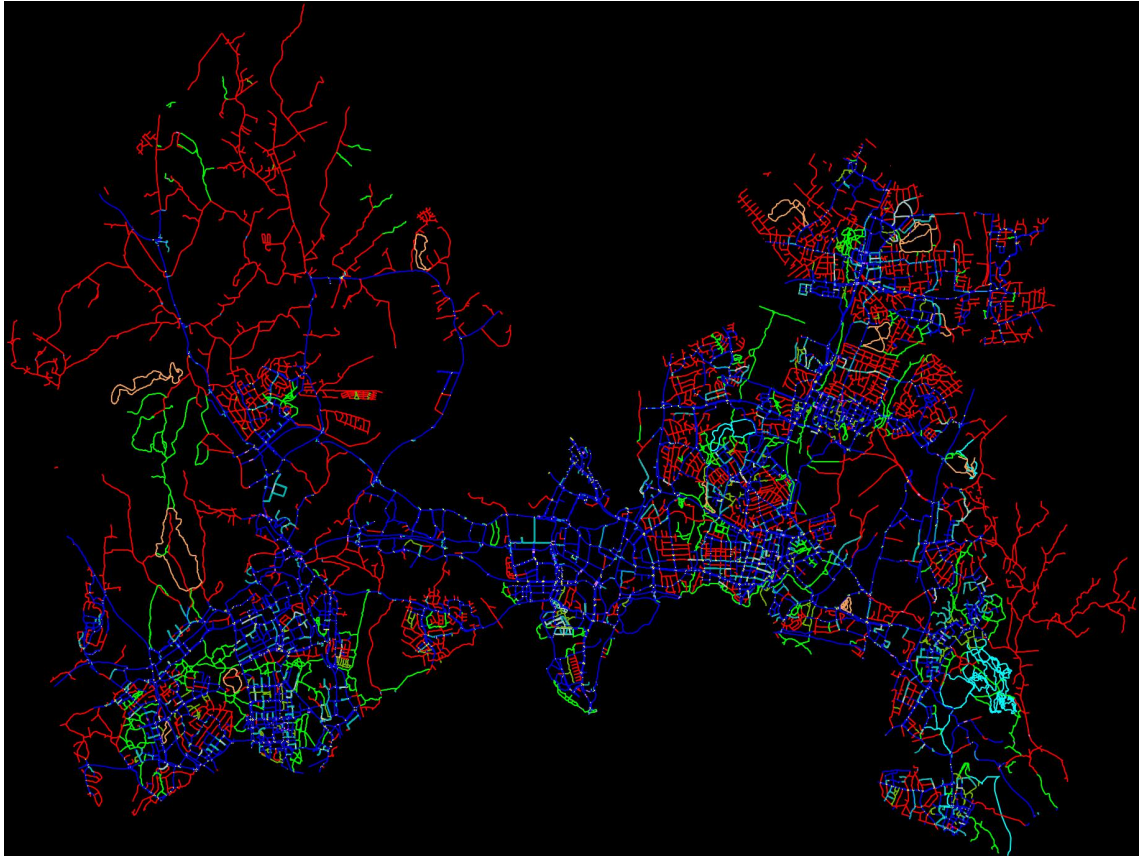
Ylläpitokustannuksia koskevaan kysymykseen sain 15 vastausta. Vastaukset annettiin työmääränä tai vuosittaisena päivityskertojen lukumääränä. Suurimmalla osalla vastaajista keskilinja-aineiston ylläpitoon kuluu hyvin pieni osa yhden henkilön työajasta. Tämä tarkoittaa muutamaa keskilinja-aineiston päivityskertaa vuodessa. 40 % vastaajista keskilinja-aineiston ylläpito hoituu muun työn ohessa. Yhdellä (7 %) vastaajalla ylläpitoon kuluu noin puolet yhden henkilön työajasta ja toisella (7 %) kaikki työaika aineistoon liittyvien tehtävien parissa (kuva 8).



Kuva 8. Keskilinja-aineistojen ylläpitoon kuluva työmäärä kunnissa

2.4 Mittausosaston nykyinen kevyen liikenteen keskilinja-aineisto

Mittausosastolla on ennestään koko Vantaan kattava kevyen liikenteen keskilinja-aineisto (kuva 9). Aineiston tuorein versio on vuodelta 2015, ja siinä on silmin nähden paljon puutteita. Aineiston puutteet eivät niinkään liity uusiin kohteisiin, vaan vanhoihin kohteisiin, jotka ovat aikojen saatossa muuttuneet.



Kuva 9. Vantaan kevyen liikenteen keskilinja-aineisto Stella Map -ohjelmassa.

Aineiston vektoroiminen on aloitettu vuonna 2005 Bentley'n MicroStation-ohjelmalla Stellan kohdeluokittelua käyttäen. Vektoroinnin lähtötietoina on käytetty kantakarttaa, ortoilmakuvia, viistoilmakuvia sekä katusuunnitelmia ja näiden lisäksi on tehty muutamia maastokäyntejä. Tuolloin vektoroinnissa kertyi 20 500 elementtiä. Kohdeluokkia aineistossa on 15 kpl (kuva 10), joista jokainen voi sisältää ominaisuustietoina tiedon leveydestä, valaistuksesta ja talvikunnossapidosta [17, s. 1]. Suojateilla on lisäksi ominaisuustietoina tieto liikennevaloista, viisteestä ja korkeudesta.

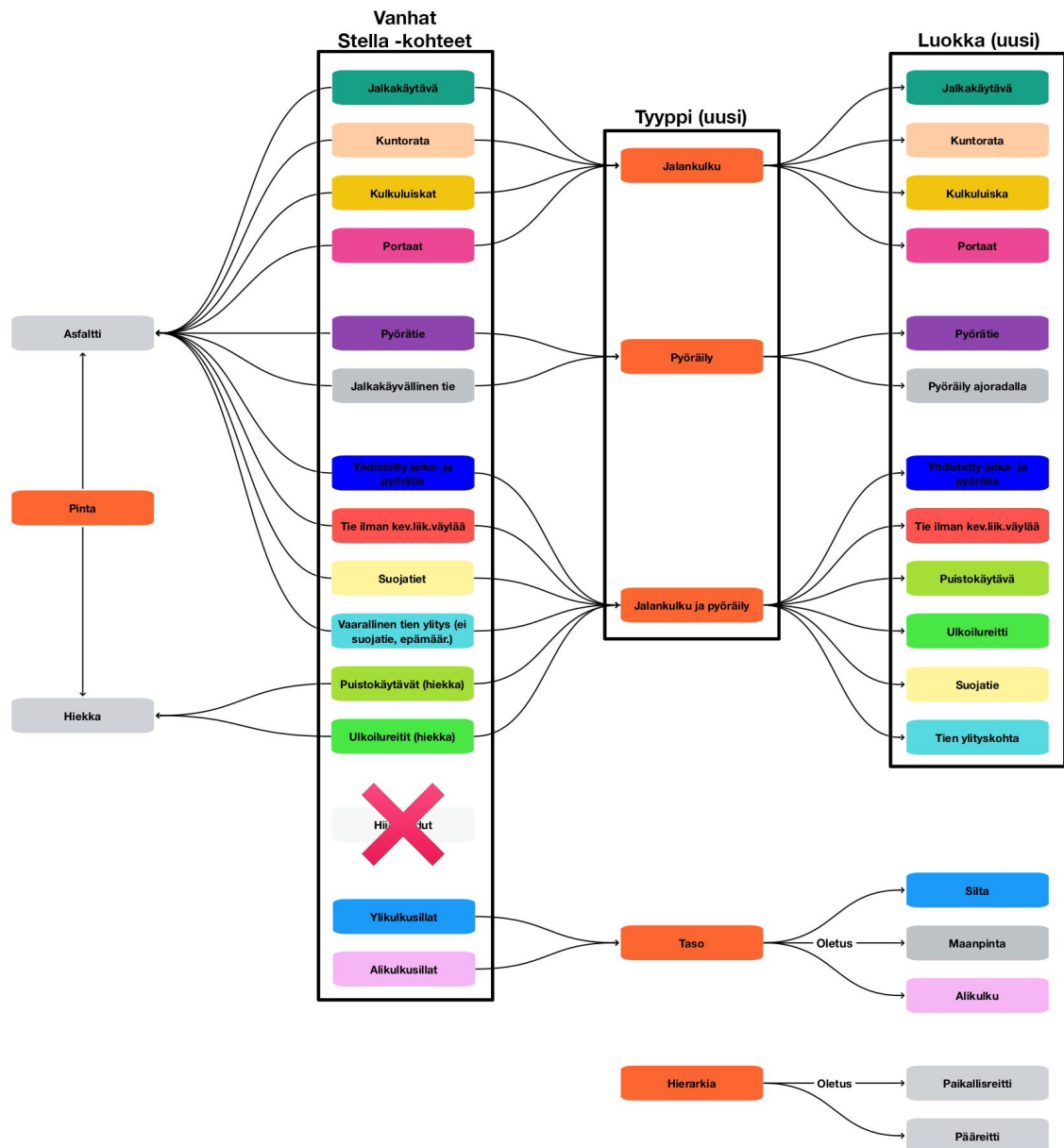
Stella-koodi	Taso	Väri	Kohteet	Jalankulkijat	Pyöräilijät	Rullaluist.	Hiihtäjät	Liikunta raj.
9860000	1	3	Tie ilman kev.liik.väylää	×	×			×
9860010	2	80	Jalkakäytävälinen tie		×			
9860011	3	79	Jalkakäytävä	×		×		×
9860012	4	81	Pyörätie		×			
9860013	5	41	Yhdistetty jalka- ja pyörätie	×	×	×		×
9860014	6	20	Puistokäytävät (hiekk)	×	×			×
9860015	7	12	Ulkoilureitit (hiekk)	×	×			×
9860016	8	5	Portaat	×				
9860017	9	22	Alikulkusillat	×	×	×		×
9860018	10	8	Ylikulkusillat	×	×	×		×
9860019	11	91	Kulkuluiskat	×	×	×		×
9860020	12	4	Suojatiet	×	×	×		×
9860021	14	89	Kuntorata	×			×	
9860023	15	7	Hiihtoladut				×	
9860022	16	0	Vaarallinen tien ylitys (ei suojatie, epämäär.)	×	×			

Kuva 10. Kevyen liikenteen keskilinjojen koodaamisessa käytetyt periaatteet. [17, s. 2]

3 Suunnittelu

3.1 Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston konversio

Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston konversion suunnittelun pohjana toimi liikennesuunnittelun toivoma kohdeluokittelu (kuva 3) sekä kevyen liikenteen keskilinjojen koodaamisessa käytetyt periaatteet (kuva 10).

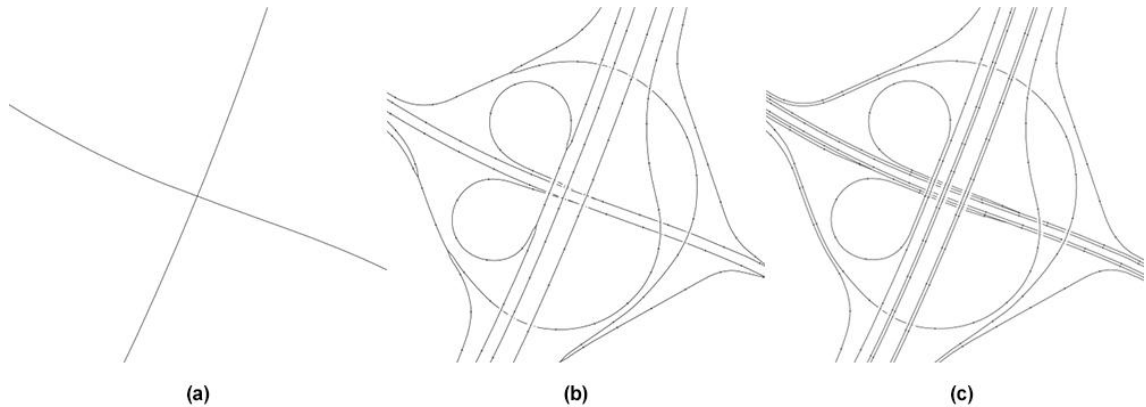


Kuva 11. Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston konversion periaatteet.

Konversiossa (kuva 11) kohdeluokkien nimiä yksinkertaistetaan, ja niiden määrä vähennee kolmella. Vanhat yli- ja alikulkusilloiksi luokitellut elementit siirtyvät uudelle taso-ominaisuustiedolle ja ne perivät uuden kohdeluokan naapurielementiltä. Muut elementit saavat oletuksena tason: Maanpinta. Hiihtolatuksen ylläpito lopetetaan toistaiseksi ja niiden geometriaa ei siirretä uuteen aineistoon. Uudeksi pinta-ominaisuustiedoksi annetaan ”asfaltti” kaikille muille kohteille paitsi vanhoille ”puistokäytävät (hiekkä)” ja ”ulkoilureitit (hiekkä)” -kohteille. Hierarkiaksi tulee kaikille paikallisreitti, koska meillä ei ole aineistoa pää- ja paikallisreiteistä.

3.2 Ajoneuvoliikenteen keskilinja-aineiston tyyppi

Uuden keskilinja-aineiston toteuttamiseksi oli kolme vaihtoehtoa: reitit, ajoradat tai ajokaistat (kuva 12).



Kuva 12. Käärmeportin eritasoliittymä. (a) Yksinkertaiset reitit. (b) Ajoradat. (c) Ajokaistat.

Olen esitellyt keskilinja-aineistojen eri tyyppejä tarkemmin alla.

3.2.1 Reittien keskilinjat

Reittien keskilinjat ovat hyvin yleistetty muoto keskilinjaista. Reitit voivat koostua yhdestä tai useammasta ajoradasta [18, s. 44]. Reittiaineisto voi olla myös yksityiskohtaisempaa kuin yllä olevassa kuvassa on esitetty ja sisältää esimerkiksi rampit omina reitteinä. Reittejä käytetään yhä mm. kuntien katurekistereissä ja paikkatietojärjestelmissä. Hyvä esimerkki reittiaineiston hyödyntämisestä on Keravan kaupungin opaskartta, jonka liikenneväylät ovat peräisin reitti-aineistosta. Siinä reitin kaksiajorataisuus on visualisoitu viivatyylillä. [19]

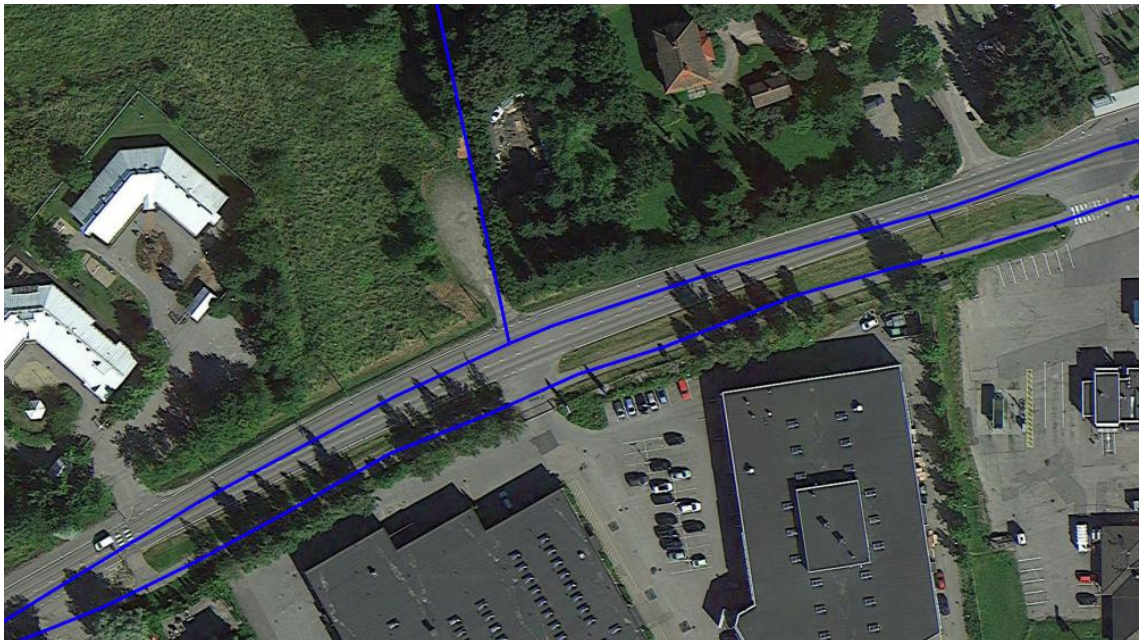
3.2.2 Ajoratojen keskilinjat

Ajoradan keskilinjan määritelmä on jokseenkin epäselvä, sillä keskilinja voi kohteesta riippuen kulkea niin monessa eri paikassa. Ajoradan tiemerkinnot voivat olla puutteellisia tai puuttua kokonaan, jolloin keskilinjaa täytyy vektoroida fyysiseen keskikohtaan. Jos tiemerkinnot ovat kunnossa, toinen ajokaista voi olla leveämpi tai niitä voi olla toisella puolella enemmän, jolloin tien keskiviivan päälle vektoroitu ajoradan keskilinja ei kulje

fyysisessä keskikohdassa. Keskikaistale voi jakaa ajoradan kahdeksi ajokaistaksi, jolloin fyysinen keskilinja kulkee keskikaistaleen sisällä. Kun toiselle puolelle tulee kääntyvä kaista, keskikaistale yleensä siirtyy kaistan leveyden verran, jolloin suoralle viivalle tulee pieni taite.

Yhdysvaltalaisella Uslegal.com-sivustolla ajoradan keskilinja on määritelty vapaasti suomenmennettuna seuraavasti: Ajoradan keskilinja on tien reunojen välinen fyysinen keski-kohta. Se osuu usein samaan kohtaan, kuin ajoradan ajokaistoiksi jakava maaliviiva. [26]

Yritin selvittää ajoradan määritelmää katselemalla Digiroad-aineistoa, mutta se oli niin epätarkkaa, ettei siitä pysty havaita sellaisia sääntöjä, joista voisi tulkita, missä ajoradan keskilinjaa kuuluu kulkea (kuva 13).



Kuva 13. Digiroadin keskilinja aaltoilee ajoradalla Vantaan Kuriiritiellä. Tausta: Google Maps

Digiroadissa käytetään JHS 188 -suositusten määrittämien mukaista ajoradan keskilinja-geometriaa, jossa geometrian tarkkuus on ± 3 metriä. JHS 188 -suositus sisältää myös mallinnusohjeet ajoratakohtaisen keskilinjageometrian tuottamiseen, mutta mielestäni ne ovat monin paikoin hyvin puutteelliset:

- Rampeista ei mainita sanallakaan. Tosin, jotkin mallinnusohjeet rampeille löytyvät Maanmittauslaitoksen maastotietokohteet-dokumentista.

- Suosituksen mukaan osuudet, joilla keskikaistale on yli 200 metriä pitkä, vektroidaan kaksiajorataisena. Kuitenkin Vantaalta löytyy ainakin yksi katu, jonka pituus on alle 200 metriä ja se on kokonaan kaksiajoratainen. Tätä katua ei voi suositusta noudattaen kuvata todellisuutta vastaavaksi. Lisäksi suosituksessa ei mainita, voiko kaksiajoratainen osuus jatkua risteyksestä esimerkiksi oikealle silloin, kun kadun nimi pysyy samana.
- Halkaisijaltaan alle 20 metrin kiertoliittymän mallinnetaan tavallisina liittyminä. Kuitenkin Digiroadista löytyy alle 20 metrin kertoliittymiä, jotka on mallinnettu ympyröinä.

Ajoratojen keskilinjat ovat tällä hetkellä käytetyin keskilinja-aineiston tyyppi ajoneuvoliikenteen reittien esittämiseen ja reitittämiseen. Ajoratojen keskilinoja käytetään kaikissa tunnetuimmissa karttapalveluissa ja navigaattoreissa.

3.2.3 Ajokaistojen keskilinjat

Ajokaistatasoinen keskilinjageometria on varsin uusi asia karttarintamalla. Ajokaistatasoista geometriaa on maailmalla lähdetty tuottamaan pitkälti automatisoidun liikenteen tarpeista. Internetistä on aiheeseen keskittyneitä tutkimuksia, mutta niissä ajokaistat generoidaan automaattisesti joko ortoilmakuvilta, GPS-reiteistä tai laserkeilatusta pistepilvestä. Sain näistä sellaisen kuvan, että ajokaistatasoisen geometrian tuottamista pidetään niin suurena ja kalliina operaationa, ettei sitä kannata tehdä käsin.

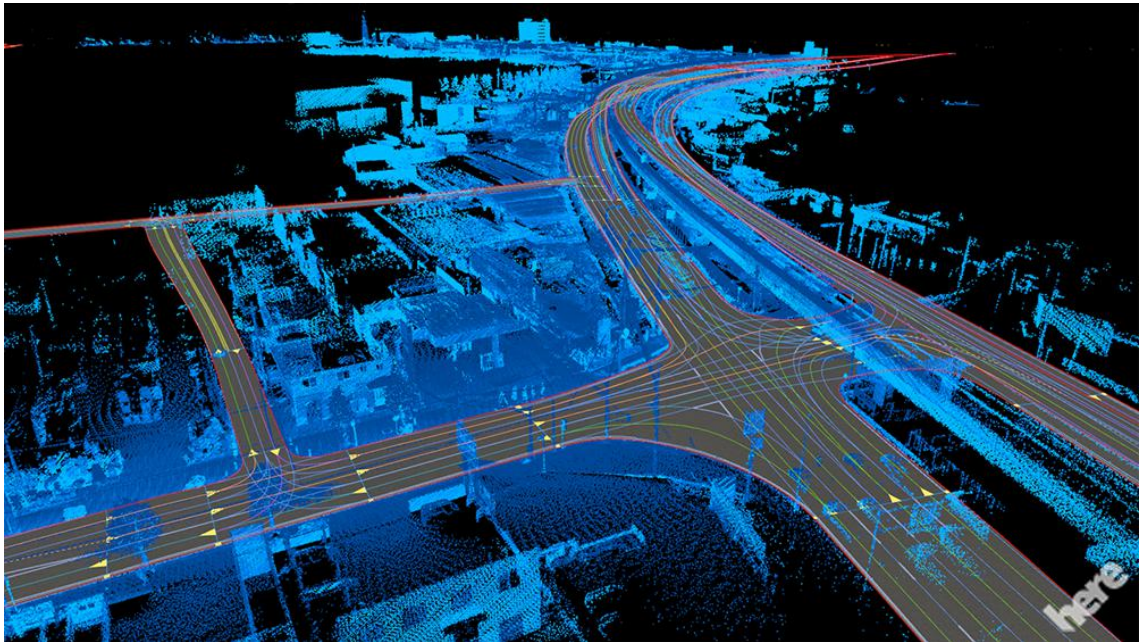
Maailmalla julkisesti ajokaistakohtaista geometriaa ovat esitelleet mm. Here ja Zenrin. Myös JHS 188:ssa on huomioitu ajokaistojen keskilinjat (kuva 14).



Kuva 14. JHS 188:ssa ajokaistojen keskilinjat ovat alikeskilinjoja. Kuva: JHS 188

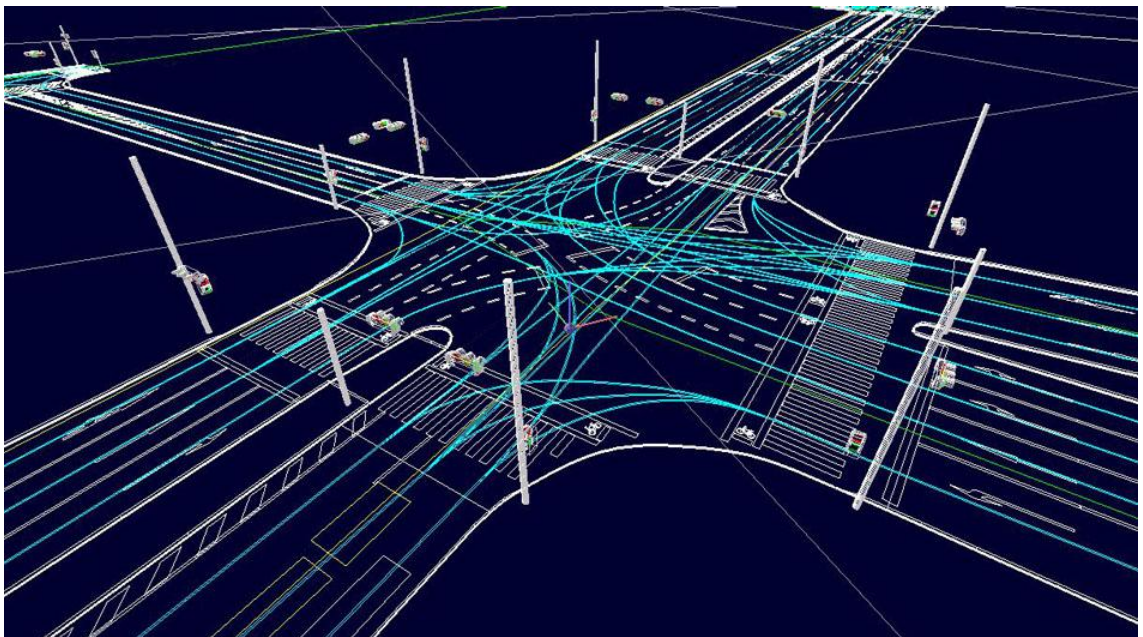
Ajokaistojen keskilinjageometria ei tyypillisesti muodosta eheää topologista verkkoa, koska samaan suuntaan kulkevien vierekkäisten kaistojen välillä ei ole viivaa. JHS 188 -suosituksen esimerkissä ajokaistat yhdistyvät kuitenkin ajoradan keskilinjageometriaan, ja näin ollen ne muodostavat yhdessä ajoradan keskilinjageometrian kanssa eheän topologisen verkon. Lopputulos, varsinkin laajemmassa mittakaavassa, on varsin sekalainen. Suosituksessa on kuitenkin mainittu, että ajokaistoilta ei vaadita topologista eheyttä. Tämä mahdollistaa vapaamman tyylin toteuttaa ajokaistatasoinen keskilinja-aineisto.

HERE esitteli oman ajokaistatasoista geometriaa sisältävän HD Map -kartan tammi-kuussa 2016. HERE kertoo blogissaan, että geometria on tuotettu kolmiulotteisesta pisteilvestä ja näin on saavutettu 10–20 senttimetrin tarkkuus [20]. Toisin kuin JHS 188:n geometria, HERE:n geometria sisältää myös kaarteiden keskilinjat (kuva 15).



Kuva 15. Here HD Map. Kuva: HERE

Japanin suurin kartanvalmistaja Zenrin aikoo saada oman ajokaistojen keskilinjat sisältävän 3D Map -kartan käyttöön vuoteen 2020 mennessä [21]. Zenrinin keskilinjat (kuva 16) muistuttavat hyvin paljon HEREn vastaavia, sillä poikkeuksella, että kaikille kaistoille tulee käännoksistä omat keskilinjat. En tiedä onko sillä haluttu ratkaista topologinen ongelma, vai ajetaanko Japanissa todella viivojen osoittamalla tavalla.



Kuva 16. Zenrin 3D Map. Kuva: Zenrin Co.

3.2.4 Yhteenveto

Vektoroin suunnittelun aikana lähes 300 km erilaisia kohteita. Vektoroinnin yhteydessä huomasin, että ajokaistojen keskilinjat ovat pitkälti yhdensuuntaisia kopioita ajoradan keskilinjasta. Ajokaistojen geometriaa täytyi tyypillisesti korjata keskelle vain risteyksissä, liikenteenjakajien kohdilla sekä joissain kaarteissa.

En kuitenkaan uskaltanut lähteä tuottamaan pelkkää ajokaistatasoista keskilinja-aineistoa, sillä en uskonut, että sitä pystyttäisiin hyödyntämään näin äkkiä, kovinkaan hyvin nykyisillä ohjelmistoilla. Päädyinkin siihen lopputulokseen, että lähden tuottamaan Vantaalle omaa hybridiaineistoa (kuva 17), joka sisältää sekä ajoratojen, että ajokaistojen keskilinjat. Ajoradat mallinnetaan pitkälti JHS 188 -suositusten mukaisesti ja ajokaistat HERE:n tyylillä käännoksineen. Näin Vantaalle saadaan desimetri-tarkat keskilinjat ja jokainen käyttäjä pääsee hyödyntämään tarvitsemaansa aineistoa korkeintaan pienillä muutoksilla.



Kuva 17. Ajokaistojen (punaisella) ja ajoratojen (vihreällä) geometriat yhdistyvät hybridigeometriaksi (keltaisella).

3.3 Keskilinja-aineiston toiminnallinen luokittelu

Toiminnallisella luokalla tarkoitetaan tien tai kadun käyttötarkoitusta. Ajoratojen ja ajo-kaistojen keskilinjat tulivat samaan skeeman kohdemalliin, joten molemmille aineistotyypeille täytyi suunnitella oma luokittelu. Ajoratojen luokittelussa oli tärkeää huomioida kaupungin oma sekä Digiroadin luokittelu. Tämän lisäksi halusin luokittelun olevan mahdollisimman yksikertainen ja selkeä, jotta digitoinnin yhteydessä ei tarvitsisi miettiä eri luokkien välillä.

Ajoratojen toiminnallisen luokittelun pohjana toimi valtion omistamien teiden osalta Digiroadin luokittelu (kuva 18).

Toiminnallinen luokka	Taajamassa	Taajaman ulkopuolella
1	Seudullinen pääkatu	Valtatie
2	Seudullinen pääkatu	Kantatie
3	Seudullinen pääkatu Alueellinen pääkatu	Seututie
4	Kokoojakatu	Yhdystie
5	Liityntäkatu	Tärkeä yksityistie
6		Muu yksityistie
7	Ajopolku	Ajopolku
8	Kevyen liikenteen väylä	Kevyen liikenteen väylä
0 / null	Ei tietoa	Ei tietoa

Kuva 18. Digiroadin toiminnalliset luokat. [22]

Kaupungin katujen osalta käytin pohjana kaupungin katurekisterin luokittelua (kuva 4).

En halunnut käyttää suoraan Digiroadin numeerista luokittelua, koska se vaatisi vektoroitavien viivojen koodauksen numeroin, joiden merkitys pitäisi opetella ulkoa. Lisäksi numeroiden eri merkitys taajamissa ja niiden ulkopuolella olisi voinut aiheuttaa turhia sekaannuksia. Ajoratojen toiminnalliset luokat tulevat suoraan maantielaista ja katuluokat yksinkertaistettuna Vantaan katuluokittelusta. Muut luokat löytyivät suunnitteluvaiheessa suoritettujen vektorointien yhteydessä (kuva 19).

Ajoratojen luokittelu		
Tieluokat	Katuluokat	Muut
Valtatie	Pääkatu	Yksityistie
Kantatie	Kokoojakatu	Ajopolku
Seututie	Liityntäkatu	Huoltoaukko
Yhdystie	Pihakatu	Huoltotie
		Pysäköintialue
		Linja-autokaista
		Joukkoliikenneterminaali
		Ramppi
		Ei käytössä
		Ei määritelty

Kuva 19. Vantaan uuden keskilinja-aineiston ajoratojen toiminnallinen luokitus

Ajokaistoille löytyy useita eri käyttötarkoituksia, mutta näiden käyttötarkoitusten rajaaminen tuotti sen verran päänvaivaa, että esimerkiksi ramppien liittymis- ja erkanemiskaistat supistuivat pelkiksi ramppikaistoiksi. Ajokaistojen toiminnalliset luokat (kuva 20) muodostuivat yksinomaan suunnitteluvaiheen vektoroinnin aikana löytyneistä kohteista.

Ajokaistojen luokittelu
Ajokaista
Ramppi
Linja-autokaista
Ohituskaista
Kaistapysäkki
Pysäköintikaista
Nouto- ja saattokaista
Kääntöpaikka
Ei käytössä
Ei määritelty

Kuva 20. Vantaan uuden keskilinja-aineiston ajokaistojen toiminnallinen luokitus

3.4 Keskilinja-aineiston muut ominaisuustiedot

Keskilinja-aineistoon toivottiin toiminnallisen luokan lisäksi ominaisuustiedoiksi mm. liikennevirran suuntaa, korkeustietoa, tietoa päällystyksestä, pituus- ja leveystietoa, nopeus-, korkeus- ja kulkurajoitteita sekä ramppien ja kääntyvien kaistojen erittelemistä. Lisäksi luvussa [2.2.2](#) on listattu, mitä ominaisuustietoja Digiroadiin voidaan tallentaa.

Ominaisuustietojen määrää rajoitti tässä projektissa ainakin kolme tekijää:

1. Vektorointi suoritettiin pääosin ortoilmakuvilta, jolloin voitiin tulkita vain taivaalta näkyvät ominaisuustiedot, kuten tieto päällysteestä.
2. Vantaan käyttämä Bentley'n Stella Map ei tue lineaarista referointia, jolloin viiva oltaisiin jouduttu aina katkaisemaan, kun jokin ominaisuustieto vaihtuu.
3. Toivottujen ominaisuustietojen lähtötietoja ylläpidettiin esimerkiksi Excel-taulukossa tai pdf-tiedostossa, jolloin niitä ei voitu hyödyntää vektorointivaiheessa.

Näin ollen ortoilmakuvilta valikoitui ominaisuustiedoiksi, tieto päällysteestä, ajosuunta, tieto valaistuksesta ja taso: tunneli, alikulku, kaukalo, maanpinta ja silta. Sillat tehdään 10 metriä liian pitkinä, jotta aineisto saadaan kolmiulotteiseksi, projisoimalla se maastomallin päälle [23]. Lisäksi kantakartalta saatiin teille ja kaduille nimet irrottamalla nimet sisältävä taso omaksi kuvatiedostoksi, jota voitiin hyödyntää referenssinä vektoroinnissa.

4 Toteutus

4.1 Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston kuvatiedostokonversio

Työn toteutus alkoi kevyen liikenteen keskilinja-aineiston kuvatiedostokonversiolla. Kuvatiedostokonversio suoritettiin kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa keskilinja-aineiston vanhat Stella-kohteet päivitettiin XFM-kohteiksi ja näille tehtiin kuvatiedostokonversiota varten nykyiseen Stella Map -skeemaan vanhaa kohdemallia vastaava kohde, koska muunnostyökalulla ei saanut konvertoitua numeerisia ominaisuustietoja teksteiksi. En käsittele tässä luvussa uuden kohteen luontia Stella Map -skeemaan, sillä menetelmä on kuvattu tarkemmin luvussa [4.2](#). Toisessa vaiheessa kohdemalli päivitettiin liikennesuunnittelun toiveiden mukaiseksi FME Workbench -ohjelmalla.

Ennen konversiota konversiossa käytettävät vastaavuusmäärittelyt täytyi määritellä xfmappings.txt-tiedostoon. Vastaavuusmäärittelyt koostuivat yleisasetuksista SETTINGS sekä kohdemäärittelyistä kolmessa eri lohossa: FEATURES, GENERAL_ATTR ja FEATURECODE.GEOMETRY.

Yleisasetukset SETTINGS (kuva 21) kopioitiin suoraan StellaMap_Jarjestelma-ohjeesta [24], eikä niihin tehty muutoksia.

```
[SETTINGS]
DefaultScale=1:500
DefaultTextStyleFile=$(STELLA_DATA_DIR)\stellas.dgn
AreaGapOKTolerance=0.0001
AreaGapFixTolerance=0.1
NodeSearchTolerance=0.001
UseRegionalShortDate=1
ConvertGroupedHolesIfNotCollection=1
TopoTolerance=0.00005
MoveTolerance=0.000005
OnlyCompleteAreas=1
AreaSearchDistance=0
MaxContourTextDistance=5
```

Kuva 21. Yleisasetukset SETTINGS

FEATURES-lohkossa (kuva 22) määriteltiin kohteen konvertointi pääkohdetasolla.

```
[FEATURES]
Konversio=9860000,1,LINEAR
Konversio=9860010,1,LINEAR
Konversio=9860011,1,LINEAR
```

Kuva 22. FEATURES-lohkon kolme ylintä riviä.

Konversio on uuden väliaikaisen kohdemallin mukainen Stella Map -kohdenimi
 98600XX on Stella-kohdenumero
 1 on prioriteetti konversiossa
 LINEAR on kohdegeometrian tyyppi

GENERAL_ATTR-lohkossa (kuva 23) määriteltiin kohteiden yhteisten ominaisuustietojen konvertointi. Tähän lohkoon ei tehty muutoksia. Lohko peri kaikki ominaisuustiedot kohteilta, päivittää muokkaajan konversioksi sekä lisää konversion päivämäärän Luonti_pvm-kenttään, mikäli se on tyhjä.

```
[GENERAL_ATTR]
Alkuperakoodi=MGEYHTEINEN.ALKUPERAKOODI
Tarkkuus=MGEYHTEINEN.TARKKUUS
Data_Luoja=MGEYHTEINEN.DATA_LUOJA
Luonti_pvm=MGEYHTEINEN.DIG_PVM.TODAY_ON_EMPTY
Historia_pvm=MGEYHTEINEN.HISTORIA_PVM
Omistaja=MGEYHTEINEN.OMISTAJA
Pinta=MGEYHTEINEN.PINTA
Mittausera=MGEYHTEINEN.MERA
Data_Muokkaaja=Konversio
Muokkaus_pvm=TODAY
```

Kuva 23. GENERAL_ATTR-lohko.

FEATURECODE.GEOMETRY-lohko (kuva 24) määriteltiin jokaiselle kohteelle erikseen. Lohkon otsikko muodostuu Stella-kohteen numerosta 98600XX sekä kohdegeometrian tyypistä: POLYGON/LINEAR/TEXT/CELL/*. Keskilinja-aineistossa kaikki kohteet olivat viivoja, joten konversiossa käytettiin pelkästään LINEAR-arvoa. Lohkossa kaikki elementin omat ominaisuustiedot määriteltiin siirtymään sellaisenaan eteenpäin.

```
[9860000.LINEAR]
Alakohde=KEV_TIE_ILMAN_KEVLIIK
Nimi=KEV_NIMI.Nimi
Leveys=KEV_OMIN.Leveys
Paallyste=KEV_OMIN.Paallyste
Valaistus=KEV_OMIN.Valaistus
Kunpito=KEV_OMIN.Kunpito
Talvikpit=KEV_OMIN.Talvikpit
```

Kuva 24. Kohteen 9860000 FEATURECODE.GEOMETRY-lohko.

Määrittysten jälkeen Stella Map -ohjelma käynnistettiin Konversio V8i (SELECTseries 3) -pikakuvakkeen kautta avautuvalla Stella Map -ohjelmalla. Pikakuvake avaa Stella Map -ohjelman konversio käyttöliittymällä. Avautuessaan ohjelma pyytää tekemään uuden tai avaamaan olemassa olevan tiedoston. Ohjelmaan avattiin työpöydälle tehty varmuuskopio kevyen liikenteen keskilinja-aineistosta, koska ohjelma tekee kaikki muokkaukset avoimena olevaan tiedostoon.

Ennen konversion aloittamista muodostin ohjelmalla kohdeluettelon, josta oli nähtävissä eri kohteiden lukumäärät. Kohdeluetteloa voidaan käyttää konversion tarkistukseen myöhemmissä vaiheissa. Kohdeluettelon mukaan keskilinja-aineistossa oli 28 510 elementtiä 14 eri kohdeluokassa (kuva 25). Vaarallisia tien ylityskohtia ei ole tiedoston uusimmassa versiossa. Kohteiden kaikki ominaisuustiedot olivat numeerisina arvoina.

C:\Users\jyri.moisio\Desktop\kohdeluettelo.txt

Tiedosto

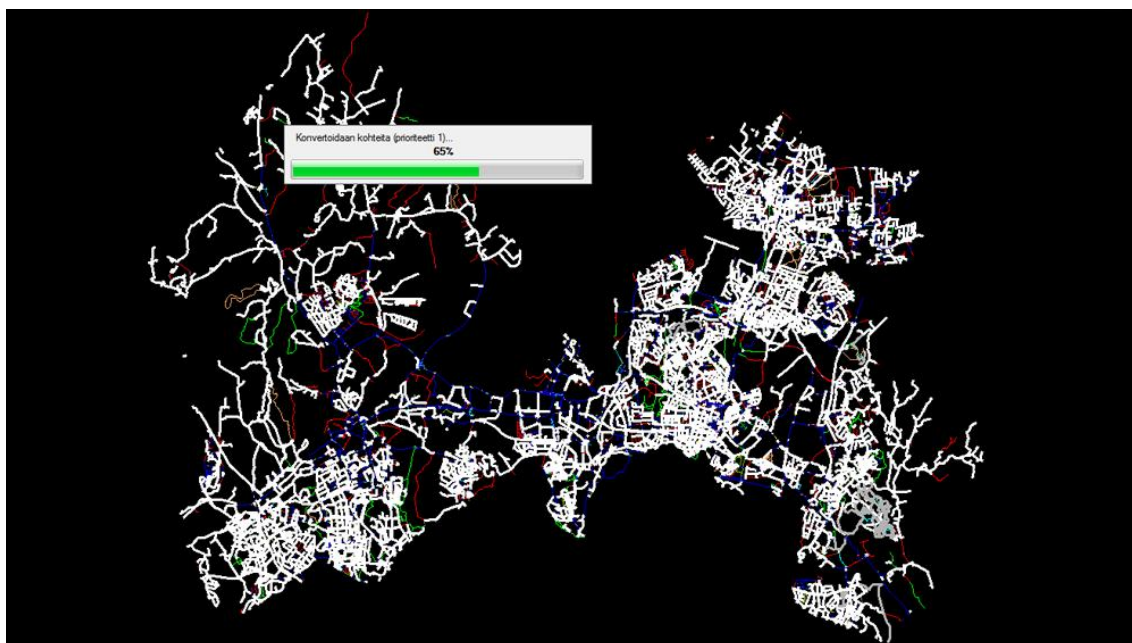
Kohteiden lukumäärät

Kohteen numero	Kohteen nimi	Lukumäärä
9860000	Tie ilman kev.liik.väylää	6615
9860010	Jalkakäytävällinen tie	1065
9860011	Jalkakäytävä	1815
9860012	Pyörätie	4
9860013	Yhdistetty jalka-ja pyörätie	11268
9860014	Puistokäytävä	859
9860015	Ulkoilureitti	1589
9860016	Portaat	116
9860017	Alikulkusilta	402
9860018	Ylikulkusilta	283
9860019	Kulkuluiska	16
9860020	Suojatie	4148
9860021	Kuntorata	119
9860023	Hiihtolatu	211

Ohjelma löysi 28510 kohdetta ja 0 kohdekooditonta elementtiä.
Ohjelma tutki koko aktiivikuvatiedoston.

Kuva 25. Kohteiden lukumäärät vanhassa kevyen liikenteen keskilinja-aineistossa.

Konversio aloitettiin *st2xfm convert all* -näppäinsyöttökomennolla [24]. Konversio käynnistyi välittömästi ja sen etenemistä pystyi seuraamaan kuvaruudulta (kuva 26). Konversion aikana ilmenneet virheet ilmestyivät viestiselaimen, jonka avulla pystyi korjaamaan vastaavuusmäärittelyksiä. Lopullinen konversio kesti hieman yli tunnin.



Kuva 26. Konversion edistyminen. Konversion aikana konvertoidut elementit jäävät korostetuksi.

Konversion valmistuttua uusien kohteiden lukumäärät tarkistettiin sekä ominaisuustietoja käytiin läpi Stella Mapissa analysoi-työkalulla. Työkalulla voidaan tarkistella eri kohteiden ominaisuustietoja.

Kevyen liikenteen keskilinja-aineiston konversio viimeisteltiin FME Workbench -ohjelmalla. FME Workbench on kanadalaisen SAFE Softwaren kehittämä ohjelmisto, jota käytetään formaatti-, koordinaatti- ja tietomallimuunnoksien sekä analyysien tekoon.

DGN-tiedosto luettiin FME Workbenchin työtilaan Bentley MicroStation (V8) Design readerilla, eli DGN-tiedoston sisäänlukijalla. Readeriin ominaisuuksista valittiin käytettäväksi format-attribuuteiksi:

- igds_xfm_root_uuid (ominaisuustiedon uniikki ID)
- igds_xfm_uuid (elementin uniikki ID)
- igds_xfmstore_xml (ominaisuustieto XML-formaatissa) (kuva 27)

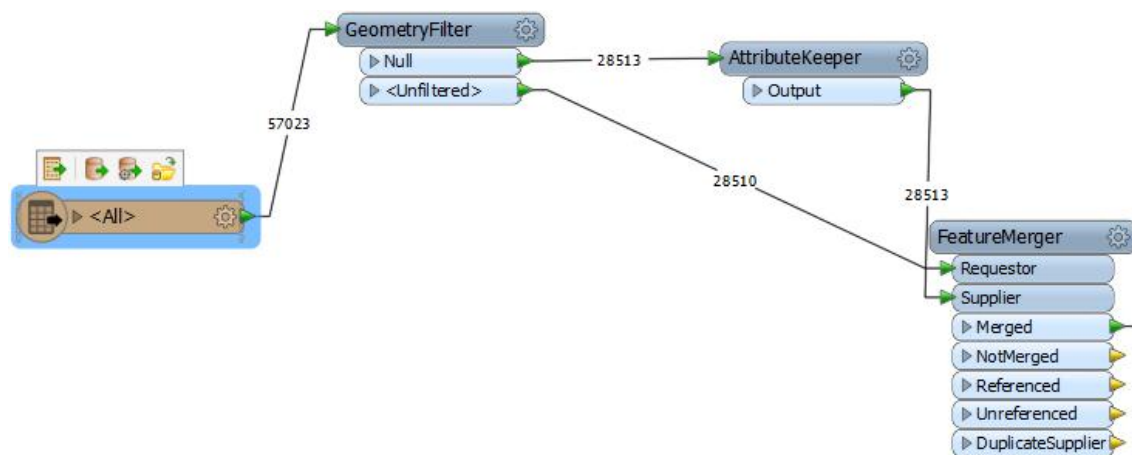
```

<Konversio>
  <Alakohde>KEV_YLIKULKUSILTA</Alakohde>
  <Nimi></Nimi>
  <Leveys>3</Leveys>
  <Paallyste>2</Paallyste>
  <Valaistus>0</Valaistus>
  <Kunpito>1</Kunpito>
  <Talvikpit>1</Talvikpit>
  <Koroke></Koroke>
  <Viiste></Viiste>
  <Lvalo></Lvalo>
  <Alkuperakoodi>3</Alkuperakoodi>
  <Tarkkuus>5</Tarkkuus>
  <Data_Luoja>MM</Data_Luoja>
  <Luonti_pvm>11.8.2005</Luonti_pvm>
  <Data_Muokkaaaja>jyri.moiso</Data_Muokkaaaja>
  <Muokkaus_pvm>2.5.2016</Muokkaus_pvm>
  <Omistaja>VANTAA/MIO</Omistaja>
  <Historia_pvm></Historia_pvm>
  <Pinta>0</Pinta>
  <Mittausera>0</Mittausera>
</Konversio>

```

Kuva 27. Esimerkki idgs_xfmstore_xml-attribuutista rivitettynä.

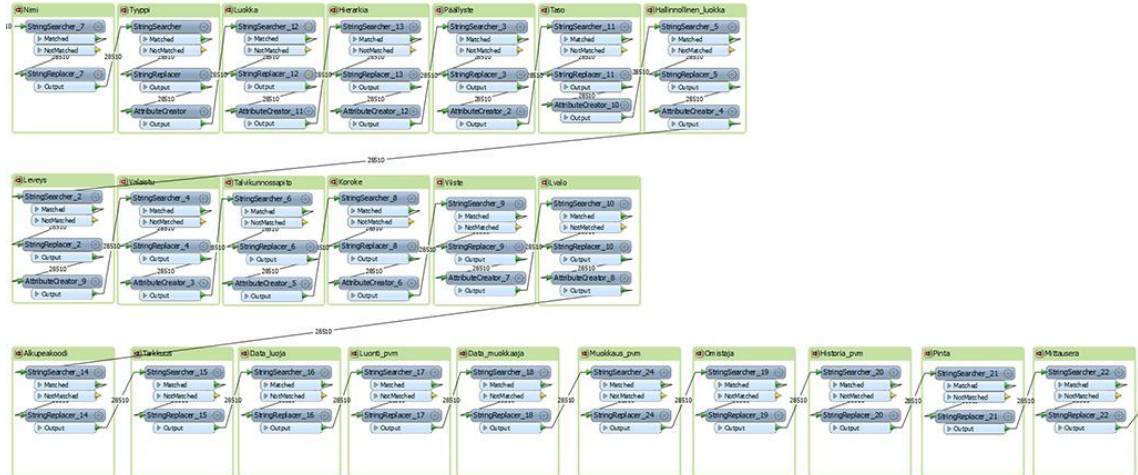
GeometryFilter erotteli 57 023 kpl DGN-tiedostosta löytyneitä kohteita elementteihin (<Unfiltered>) ja ominaisuustietoihin (Null). Ominaisuustiedot kulkivat FeatureMergerille AttributeKeeperin kautta. AttributeKeeperin tehtävä oli poistaa muut, kuin ne ominaisuustiedot jotka halutaan säilyttää. FeatureMerger yhdisti elementit ja ominaisuustiedot uniikkien ID:iden avulla toisiinsa (kuva 28).



Kuva 28. Tiedoston sisäänluku ja alkukäsittely FME-ohjelman työtilassa. -ohjelmassa.

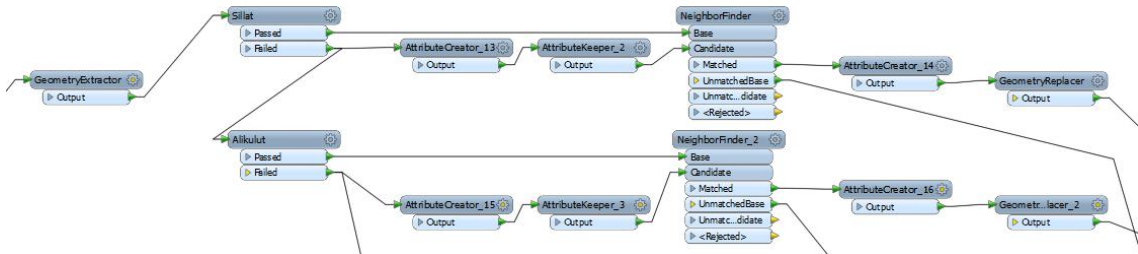
Jokainen ominaisuustieto käytiin yksitellen läpi (kuva 29). StringSearcherillä etsittiin säännöllisen lausekkeen avulla idgs_xfmstore_xml-attribuutista haluttua ominaisuustietoa ja sen arvoa, esimerkiksi Alakohdetta (<Alakohde>)[a-öA-Ö]* -lausekkeella. Tämän seurauksena StringSearcher siirsi haun tuloksen, esimerkiksi "<Alakohde>KEV_PUISTOK" uuteen Luokka-attribuuttiin. StringReplacerillä poistettiin säännöllisen lausekkeen

ominaisuustietoihin jättämät otsikot. Esimerkiksi Luokka-attribuutin <Alakohde>KEV_PUISTOK korvattiin pelkällä KEV_PUISTOK-arvolla. Oinaisuustietojen nimet viimeisteltiin AttributeCreatorilla, jolla korvattiin kaikkien ominaisuustietojen nimet halutuilla.



Kuva 29. Oinaisuustietojen käsittely FME Workbench -ohjelmassa.

Oinaisuustietojen pääkäsittelyn jälkeen kohteille, joiden taso oli silta tai alikulku, haettiin luokitus naapurielementeiltä (kuva 30).



Kuva 30. Siltojen ja alikulkujen käsittely FME Workbench -ohjelmassa.

Molempia kohteita varten luotiin omat testerit, jotka suodattivat ei-toivotut kohteet pois. AttributeCreatorilla ja AttributeKeeperillä vaihdettiin ominaisuustiedoille väliaikaiset nimet. NeighborFinder haki elementeille uuden luokituksen muilta kohteilta. Menetelmä aiheutti noin kymmenen väärin luokiteltua kohdetta pitkiin alikulkuihin, joissa elementti oli portaiden välissä. Näissä kohteissa portaiden välissä kulkeva alikulku-kohde siirtyi portaatt-tasolle. Paikansin ja korjasin nämä kohteet myöhemmin Stella Mapin tietoselaimen avulla.

Ennen tiedostojen uloskirjoitusta AttributeCreatorit palauttivat väliaikaiset ominaisuustietojen nimet takaisin alkuperäisiksi. FME:stä kirjoitettiin ulos kaksi tiedostoa MapInfo TAB -formaattissa. Ensimmäinen tiedosto sisälsi kaiken tiedon, jonka käsittelyssä ei tapahtunut virheitä ja toinen ne kohteet joiden käsittely ei jostain syystä onnistunut. Tähän tiedostoon tuli kaksi siltaa ja kaksi alikulkua, jotka lisäsin myöhemmin käsin lopulliseen DGN-tiedostoon.

Kuvassa 31 näkyvät kohteen ominaisuustiedoista ennen ja jälkeen FME:llä tehdyn muunnoksen.

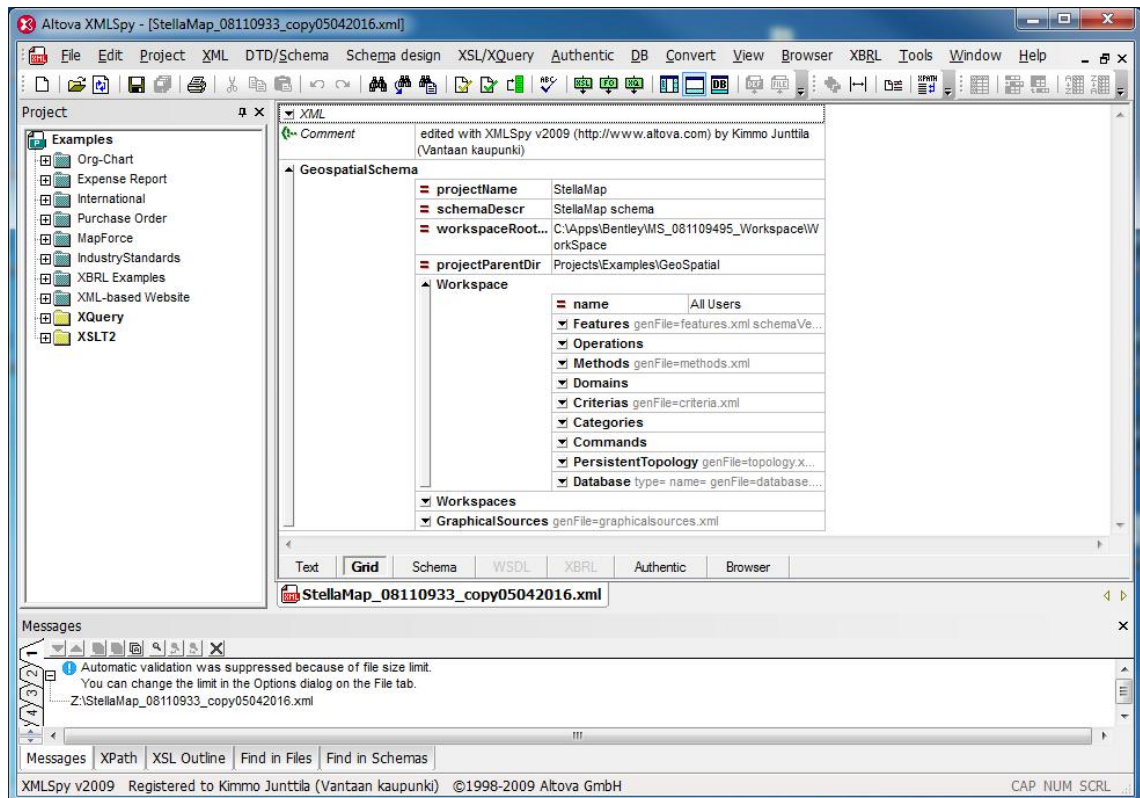
Ominaisuus	Arvo	Linkki
Alakohde	KEV_YLIKULKUSILTA	
Nimi		
Leveys	3	
Paallyste	1	
Valaistus	1	
Kunpito	1	
Talvikpit	1	
Koroke	0	
Viiste	0	
Lvalo	0	
Alkuperakoodi	3	
Tarkkuus	5	
Data_Luoja	MM	
Luonti_pvm	8.8.2005	
Data_Muokkaaja	jyri.moio	
Muokkaus_pvm	2.5.2016	
Omistaja	VANTAA/MIO	
Historia_pvm		
Pinta	0	
Mittausera	0	
Geometria_Pituus	50.526	

Ominaisuus	Arvo	Linkki
Nimi		
Tyyppi	Jalankulku ja pyöräily	
Luokka	Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä	
Hierarkia	Paikallisreitti	
Leveys	3	
Paallyste	Asfaltti	
Taso	Silta	
Hallinnollinen_luokka	Kunta	
Talvikunnossapito	True	
Valaistu	False	
Koroke	Null	
Viistetty	Null	
Liikennevalot	Null	
Alkuperakoodi	3	
Tarkkuus	5	
Data_Luoja	MM	
Luonti_pvm	8.8.2005	
Data_Muokkaaja	Konversio	
Muokkaus_pvm	2.5.2016	
Omistaja	VANTAA/MIO	
Historia_pvm		
Pinta	0	

Kuva 31. Saman kohteen ominaisuustiedot väliaikaisessa Konversio-kohteessa ja uudessa Kevyt_liikenne-kohteessa.

4.2 Ajoneuvoliikenteen Stella Map -kohde

Stella Mapin skeema on suuri, yli 250 000 riviä sisältävä XML-tiedosto joka koostuu kohteiden määrittelystä sekä joukosta muun ympäristön määrittelyyn liittyviä asetuksia [25, s1]. Skeemaa editoitiin XML Spy -ohjelman Grid-näkymässä (kuva 32) ja sen lokaali päivitys Stella Mapiin tehtiin Bentleyyn Geospatial Adminin Vie-toiminnolla. Päivityksessä skeematiedosto pilkkoutuu ohjelman käyttöä varten pienempiin erillisiin osiin [25, s. 6].


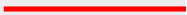












Kuva 32. XML-Spy ohjelman Grid-näkymä.

Uuden kohteen määrittely tapahtui useammassa Workspacen alta löytyvässä osiossa. Se aloitettiin tekemällä kopiot jonkin vanhan kohteen Features-, Domains-, Methods-, Criteria- ja Operations-osioiden [25, s 1] sekä nimeämällä ne uudella Ajoneuvoliikenne-nimellä.






Features-osio

Features-osiossa osiossa tehtiin varsinainen kohteiden määrittely [25, s 1]. Sen alla ovat osiot Symbology ja Properties. Symbology-osiossa määriteltiin Criteria-osiossa määritellyillä kriteereillä elementtien DGN-tasot (Level), värit (Color), viivatyylit (Style) sekä viivavahvuudet (Weight). DGN-tasot määriteltiin elementtien luokan mukaan etuliitteellä ajorata_ tai ajokaista_. Värit valitsin vektorointia ajatellen niin, että mahdolliset virheet olisi helppo havaita (kuva 32). Värit määriteltiin skeemaan väritaulun numeroina ja niitä varten täytyi tehdä uusi väritaulu, koska tarvitsin jokaiselle käytetylle värille vaalean värin ilmaisemaan sitä, jos elementti on silta-tasolla.

Värit	
	Ajorata
	Ajokaista
	Ajorata, joka on myös ajokaista
	Ajokaista ja kaistanvaihto on kielletty
	Ajorata, joka on ajokaista ja kaistanvaihto on kielletty
	Ramppi (ajorata)
	Ramppi (ajokaista)
	Linja-autokaista, kaistapysäkki tai joukkoliikenneterminaali
	Kääntöpaikka, pysäköintikaista tai pysäköintialue
	Huoltotie tai huoltoaukko
	Ei käytössä tai ei määritelty
	Yksityistie

Kuva 33. Viivojen värien merkitykset

Pääviivatyyplejä on viisi erilaista. Lisäksi osa näistä voi yhdistyä keskenään. Yhtenäistä viivaa käytetään, kun elementti kulkee maanpinnalla tai kaukalossa. Pisteviivaa käytetään, kun elementti kulkee tunnelissa, alikulussa tai rakenteen sisällä. Viivan väri vaaleenee sillan tai rakenteen päällä. Katkoviivaa käytetään hiekkateillä ja maastossa kulkevilla ajoväylillä. Suuntaviiva, katkosuuntaviiva ja pistesuuntaviiva tehtiin Stella Mapin viiva-tyylieditorilla ja niitä käytetään yksisuuntaisilla elementeillä pinnasta riippuen. Suuntaviivan nuoli on 3 m leveä ja 0,75 m pitkä. Nuoli esiintyy viivassa 50 metrin välein.

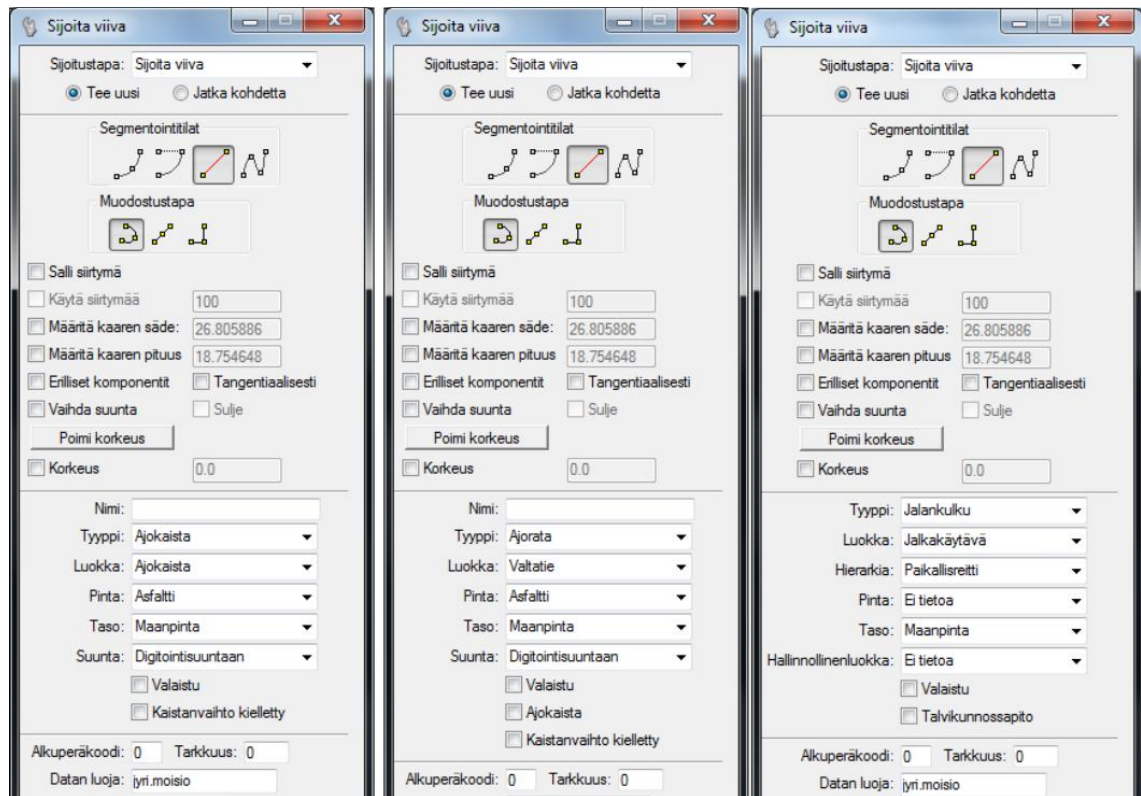
Viivatyylit				
				
Pisteviiva	Viiva	Haalea viiva	Katkoviiva	Suuntaviiva
Taso: tunneli, alikulku tai rakennuksen sisällä	Taso: Maanpinta tai kaukalo	Taso: silta tai rakenteen päällä	Pinta: hiekka tai maasto	Ajosuunta: digitointisuuntaan

Kuva 34. Viivatyylien merkitykset

Properties-osiossa määriteltiin kohteen ominaisuustiedot, joita olivat mm. nimi, data-tyyppi, rajoitukset merkkijonon pituuteen jne. [25, s 2.]

Operations-osio

Operations-osiossa määriteltiin vektoroinnissa käytettävän luonti- ja editointidialogin rakenne (kuva 35). Dialogien otsikot tulevat Features-osion Label-attribuuteista [25, s. 4.].



Kuva 35. Luonti- ja editointidialogin rakenne ilman hae katonimi -lisäosaa ajokaistoille, ajoradoille ja jalkakäytävälle.

Tarvittavat muutokset täytyi tehdä erikseen jokaiselle sijoitus- ja editointitavalle.

Methods-osio

Methods-osio ei vaatinut määrittelyjä, koska se toimi kopioituna halutulla tavalla. Osiossa voi määrittellä, mitä MVBA tai MDL-metodeja kutsutaan kohdetta manipuloitaessa [25, s. 4.].

Domains-osio

Domains-osioon määriteltiin luonti- ja editointidialogissa näkyvien pudotusvalikkojen sisältämät arvot. [25, s. 4.]

Criteria-osio

Criteria-osioon määriteltiin mm. Features-osiossa käytetyt kriteerit. Kriteerit ovat lausekkeita, joilla testataan kohteen eri ominaisuustietoja vastaan. Kriteerit palauttavat Tosi tai Epätosi-arvon [25, s. 2.]. Tyypillinen kriteeri oli:

```
COMPARE("[Ajoneuvoliikenne:Tyyppi]", "Ajoinata","")&& COMPARE("[Ajoneuvoliikenne:Luokka]", "Valtatie","")
```

Kyseisessä kriteerissä tehdään COMPARE Ajoneuvoliikenne-kohteen ominaisuustiedolle Tyyppi sekä toinen COMPARE Ajoneuvoliikenne-kohteen ominaisuustiedolle Luokka. Molemmat COMPARE kriteerit on yhdistetty && -merkinnällä, joka on korvattu && -merkinnällä, koska &-merkki on kielletty XML:ssä. [25, s. 3.]

Categories-osio

Categories-osio sisältää skeeman eri kategorioiden otsikot, jotka ovat nähtävissä Stella Mapin Komentohallinta-ikkunassa. Tähän osioon lisättiin uusi Keskilinja-kategoria, jonka alla varsinaiset kohteet näkyivät.

Muutosten jälkeen uusi skeema päivitetään Stella Mapiin Bentleyyn Geospatial Adminin Vie-toiminnolla ja otetaan käyttöön Stella Mapissa *ggcaches reload all override* -näppäinsyöttökomennolla. [25, s. 6.]

Suurimmat haasteet tulivat, kun luonti- ja editointidialogista piti poistaa ja tilalle lisätä tarpeellisia elementtejä. Elementtien eri osat ovat niin monen osion alla, että usein jokin unohtui, jolloin luonti- ja editointidialogi ei toiminut.

4.3 Ohje kesätyöntekijöille

Ohjeen tarkoitus oli perehdyttää kesätyöntekijät ja myöhemmin myös muita henkilöitä keskilinjoiden tuottamiseen ja aineiston ylläpitoon. Ohjeessa oli määritelty eri tietotyypit sekä kuvattu eri kohteet. Lisäksi ohjeesta löytyi suunnitteluvaiheessa käyttämäni vektorointimenetelmän työvaiheet.

Ajattelin alun perin lisätä ohjeen tämän insinööritoimiston liitteeksi, mutta koska ohje on päivittämättä, niin olen ohjeen sijaan lisännyt tämän insinööritoimiston liitteeksi esitteen, jonka tein aineiston julkaisua varten.

4.4 Vektorointi

Vektorointi on varsin yleinen tapa saattaa rasterikuvilla näkyviä kohteita- tässä tapauksessa teiden ja katujen sekä ajokaistojen keskilinjat digitaaliseen vektorimuotoon Bentley'n Stella Map -ohjelmaa käyttäen. Aloitin keskilinjat vektoroinnin kahden kesätyöntekijän kanssa 31.5.2016 Tikkurilan, Korson ja Hakunilan suuralueista. Kolmas kesätyöntekijä aloitti 22.6.2016 Myyrmäen suuralueesta. Näillä alueilla ajoratojen maalimerkinnot olivat pääosin hyviä sekä kaupungin ortoilmakuvien maastoerotuskyky (GSD) 5–10 cm, mikä oli ihanteellinen vektorointiin. Osa näistä tarkoista ortoilmakuvista oli kuitenkin jo vuosia vanhoja, mikä aiheutti turhaa työtä, jos muuttunut kohde vektoroitiin vanhan kuvan mukaan.

4.4.1 Ajoratojen geometria

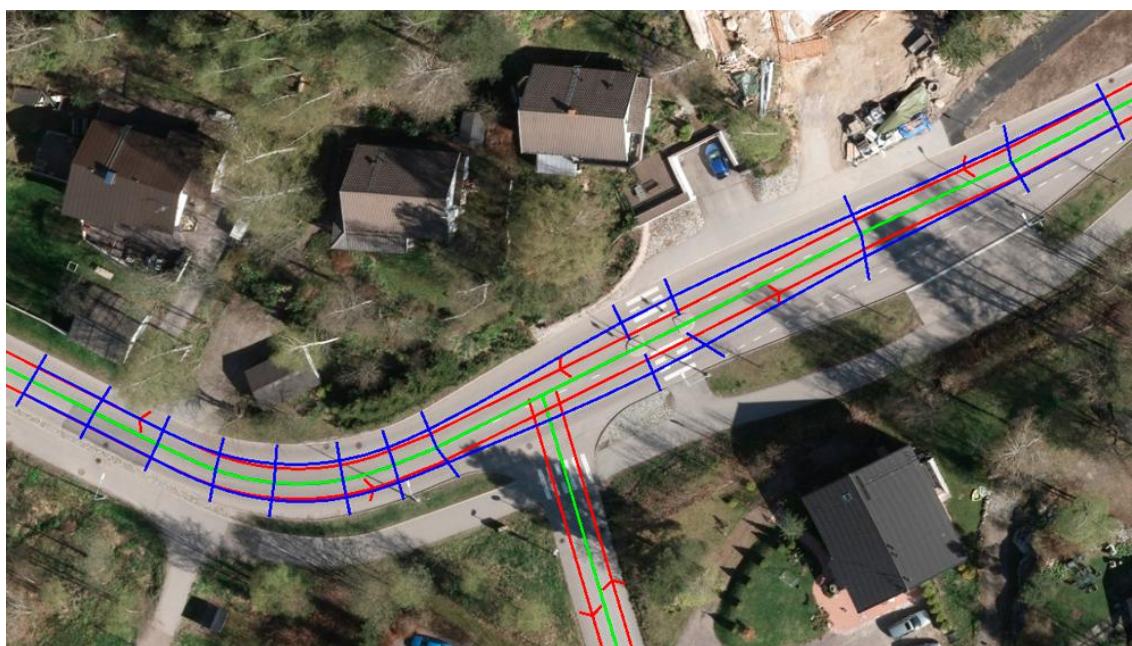
Ajoratojen keskilinjat vektoroitiin hyvin pitkälti JHS 188 -suositusten ohjeiden mukaisesti. Se, että aineisto tuotettiin hybridiaineistona, saattoi aiheuttaa sen, että jotkin asiat tehtiin hieman eri lailla.

Ajoradan keskilinja vektoroitiin yksiajorataisilla teillä eri suuntaan kulkevien kaistojen välissä olevan maaliviivan keskelle. Liikenteenjakajien kohdalla keskilinja vektoroitiin liikenteen jakajan keskeltä. Jos vektoroitavalta tieosuudelta puuttui maalimerkinnot, tieosuus apuviivoitettiin poikittaisilla apuviivoilla, jonka jälkeen ajoradan keskilinja vektoroitiin apuviivojen keskikohtien avulla keskelle ajorataa. Kaksiajorataisilla teillä keskilinja vektoroitiin keskikaistaleen keskelle tai molempien ajoratojen keskelle, jos kaksiajorataisen tieosuus oli yli 200 metriä. Esimerkiksi tällöin ajoradan ”Ajokaista”-ominaisuustieto laitettiin päälle, jolloin geometria tallentui hybridigeometriana.

Ajoratojen geometria on yleisesti ottaen tarkempaa, kuin ajokaistojen geometria. Ajoradan keskilinja on aina vektoroitu olemassa olevan tiemerkinnot päälle tai mitattu ajoradan keskelle apuviivojen avulla.

4.4.2 Ajokaistojen geometria

Ajokaistojen keskilinjat saatiin tyypillisesti kopioimalla ajoradan keskilinja yhdensuuntaisesti molemmille puolille. Ajokaistat eivät kuitenkaan aina osuneet keskelle, jolloin ajokaistojen geometriaa jouduttiin korjaamaan keskelle apuviivojen avulla. Tällaisia kohteita oli mm. liikenteenjakajat (kuva 36) sekä jotkin risteykset ja kaarteet.



Kuva 36. Ajokaistageometrian korjaus keskelle apuviivojen avulla.

Ajokaistojen kaarteet risteyksissä tehtiin ympyrän kaarina, vaikka aiemmissa esimerkeissä ne ovat muistuttaneet enemmän klotoidia. Syy tähän oli se, että Stella Mapin ”kierteinen käyrä” -työkalu klotoidien tekemiseen vaati useita parametreja ja sen käyttö oli lähes mahdotonta, kun taas ”nurkan pyöristys” -työkalun käyttö oli helppoa ja nopeaa. Yhden kaarten pystyi tekemään muutamassa sekunnissa, sillä tekemiseen vaadittiin vain ympyrän säde sekä klikkaukset alku- ja loppu elementteihin.

Ajokaistojen risteyksien kaarteet olivat useimmiten alle 50 metrin mittaisia, joten niissä ei näkynyt ajosuuntaa osoittavia nuolia. Ajosuunnat eli vektorointisuunnat tarkistettiin ja korjattiin yleensä risteyksen vektoroinnin jälkeen käyrä-työkalujen ”vaihta käyrän suuntaa” -työkalulla (kuva 37).



Kuva 37. Ajokaistan ajosuunnan tarkistus.

Ajokaistojen geometria aiheuttaa ajoratojen hybridigeometrialle ylimääräisiä pseudosolmuja, eli sellaisia kohtia missä ajoradan geometria katkeaa.

4.4.3 Ominaisuustiedot

Nimi

Vektoroitaessa piti määrittää kaksi ominaisuustietoa, joita ei voinut tulkita ortoilmakuvilta. Nämä olivat nimi ja luokka. Nimeä varten kantakartasta irrotettiin nimiö omaan kuvatie-dostoon, jonka pystyi vektoroinnin yhteydessä liittämään referenssiksi. Tämän lisäksi kehitysinsinööri Arsi Juote teki kohteen luonti- ja editointidialogiin lisäosan, joka hakee automaattisesti kaupungin rajapinnasta listan elementtiä lähinnä olevista kadun nimistä, joista käyttäjä valitsee oikean nimen. Työkalun suurin hyöty on se, että se estää kirjoitusvirheet.

Luokka

Luokittelun helpottamiseksi yhdistin kaupungin ja Digiroadin toiminnallisen luokittelun MySQL-tietokantaan. Löysin tietokannalle käyttöliittymäksi kätevän AJAX Live Search -php-ohjelman (kuva 38), joka näytti hakutulokset kirjoittaessa.

Vernis			
Tietolähde	Tienimi	Luokka	Omistaja
Vantaa	Vernissakatu	liityntäkatu tai -tie	Ei tietoa
Digiroad	Vernissakatu	Liityntäkatu	Yksityinen

Kuva 38. Vernissakadun toiminnallisen luokan haku AJAX Live Search -php-ohjelmalla.

Luokittelun kanssa suurimmaksi ongelmaksi muodostui nimettömät, uudet ja nimeä vaihtaneet kadut, joille ei ole luokkaa. Nämä yleensä luokiteltiin ”Ei määritelty” -luokkaan.

Pinta

Pinnalla tarkoitetaan kohteen pintamateriaalia, eli esimerkiksi asfalttia. Asfaltin lisäksi pinta voi olla hiekka tai maasto. Pinnan pystyi pääsääntöisesti tulkitsemaan ortoilmakuvilta. Toisinaan värieroa asfaltin ja hiekan välillä ei ollut, jolloin apuna jouduttiin käyttämään kantakarttaa ja Googlen katunäkymää.

Taso

Tasolla tarkoitetaan sitä tasoa, jossa kohde kulkee, eli esimerkiksi maanpintaa. Maanpinnan lisäksi taso voi olla tunneli, alikulku, kaukalo, rakenteen sisällä, rakenteen päällä ja silta. Tason pystyi aina tulkitsemaan ortoilmakuvilta, mutta geometrian pätkimisessä jouduttiin käyttämään apuna kantakarttaa. Sillat tehtiin pääsääntöisesti 10 metriä päistään liian pitkiksi, jotta aineisto saadaan projisoitua maastomallin päälle.

Suunta

Suunnalla tarkoitetaan liikennevirran suuntaa. Suunta voi olla digitointisuuntaan tai molempiin suuntiin. Suunnan pystyi yleensä aina tulkitsemaan ortoilmakuvilta.

Valaistu

Ominaisuustieto ”Valaistu” ilmaisee sen, onko kohteessa katuvalot. Ominaisuustieto on Tosi tai Epätosi arvona jokaisella kohteella. Tämä ominaisuustieto oli helppo määrittää kaduilla ja teillä, mutta hieman vaikeampi pysäköintialueille, huoltoteillä ja yksityisteillä.

Ajokaista

Ajokaista on ajoradan ominaisuustieto, joka määrittää sen hybridigeometriaksi. Ominaisuustieto laitetaan päälle, kun ajorata ja ajokaista kulkisivat päällekkäin.

Kaistanvaihto kielletty

Ajokaistan ja hybridigeometrian ominaisuustieto, joka kertoo ajokaistoja käyttävälle reititysohjelmalle, että vierekkäiselle ja samansuuntaiselle sekä samalla ”kaistanvaihto kielletty”-ominaisuustiedolla määritellylle ajokaistalle ei saa siirtyä. Tämä ominaisuustieto on käytössä lähinnä rampeissa ja suurissa risteyksissä, joissa on sulkuviivaa ajokaistojen välissä.

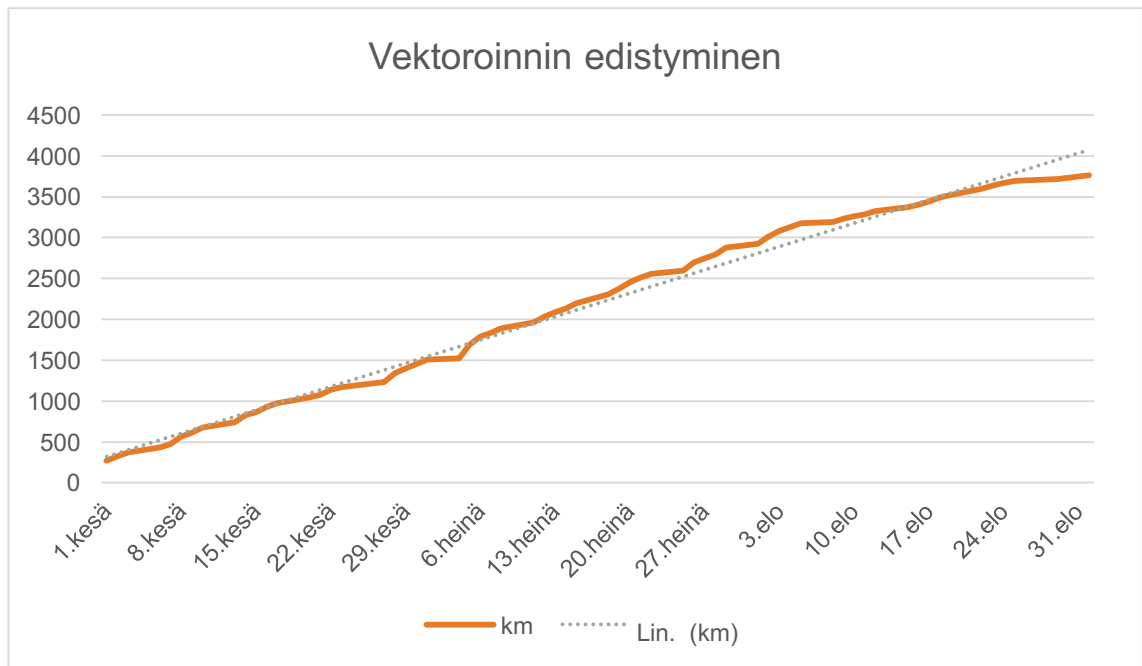
4.4.4 Ajoratojen keskilinjoiden yhdistäminen naapurikuntien aineistoihin

Pidin alussa tärkeänä sitä, että ajoratojen keskilinjat yhdistyvät naapurikuntien keskilinja-aineistoihin Vantaan kuntarajalla. Tämä jäi kuitenkin tekemättä seuraavista syistä:

- Naapurikuntien keskilinjat on katkaistu silmämääräisesti kuntarajalle tai jonkun muun, esimerkiksi yleistetyemmän kuntarajan mukaan, jolloin keskilinjat eivät ylety rajalle saakka tai ne tulevat sen yli.
- Rajalle tuleva keskilinja ei ole keskellä.
- Kunnalla ei ole omaa keskilinja aineistoa.
- Keskilinja-aineiston tyyppi on ”Reitit”, jolloin esimerkiksi moottoritieellä on vain yksi viiva.

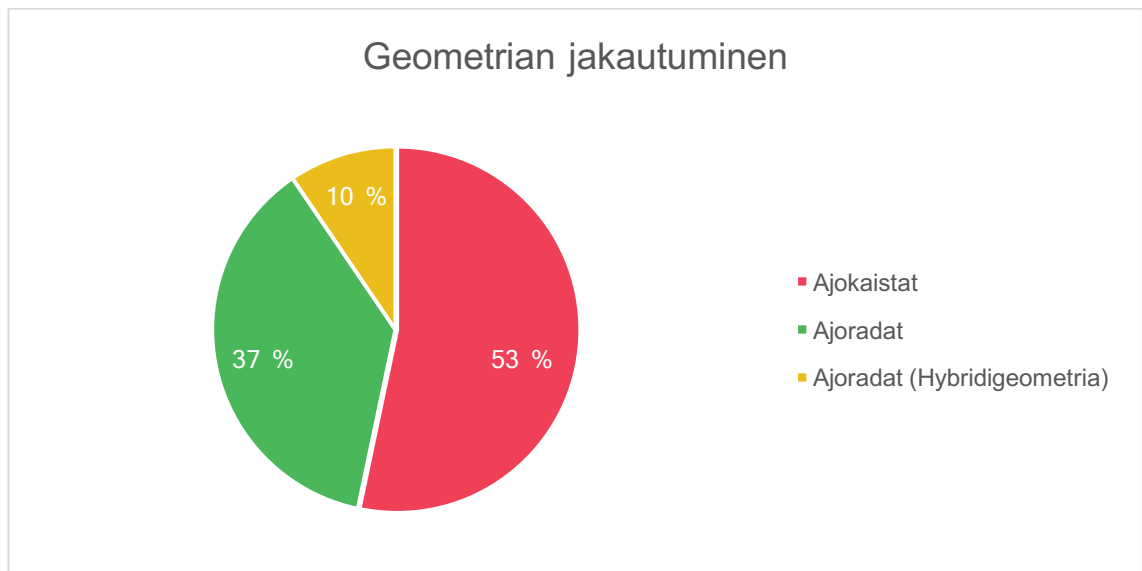
4.4.5 Yhteenveto

Insinöörityölle varatulla ajanjaksolla viivaa kertyi yhteensä noin 3800 km. Uutta viivaa syntyi noin 60 km päivässä (kuva 39). Katujen ja teiden ajoratojen ja ajokaistojen vektorointi saatiin pääosin valmiiksi elokuun puolessa välissä, jolloin siirryttiin korjaamaan löytyneitä virheitä sekä vektoroimaan pysäköintialueita, yksityisteitä ja huoltoteitä, mikä on huomattavasti hitaampaa.



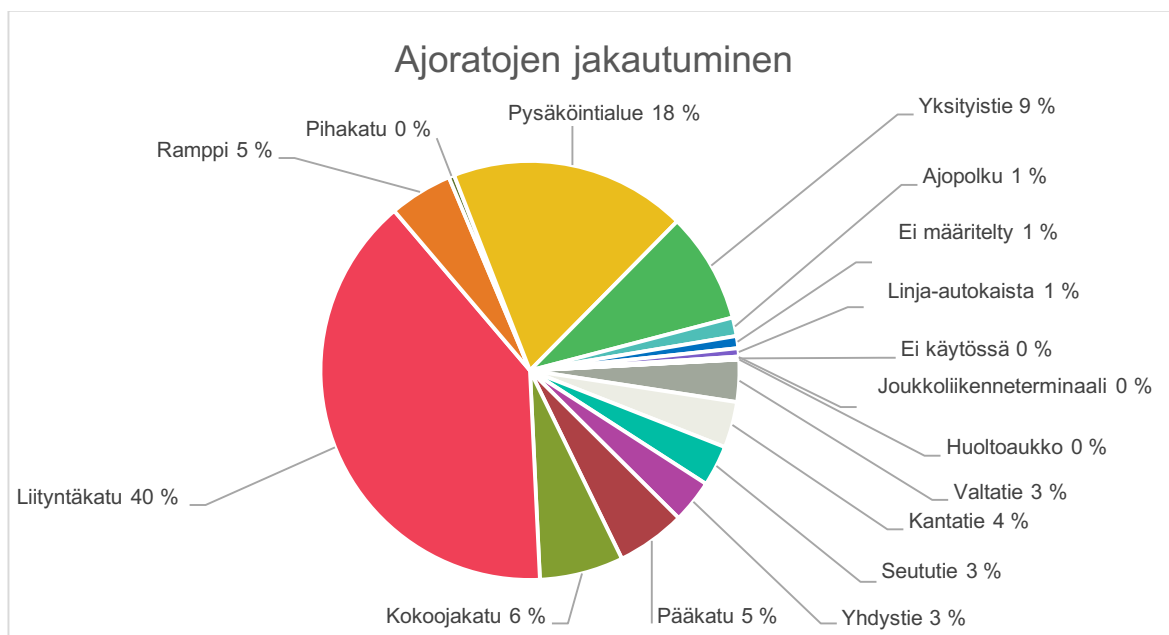
Kuva 39. Vektoroinnin edistyminen 1.6–31.8.2016.

Luomani hybridimalli säästi n. 10 %:n päällekkäiseltä vektoroinnilta. Säästö olisi vielä suurempi, jos samaan aineistoon olisi yhdistetty kevyen liikenteen keskilinja-aineisto (kuva 9, kaikki punaiset viivat).



Kuva 40. Geometrian jakautuminen ajokaistoihin, ajoratoihin ja yhteiseen hybridigeometriaan.

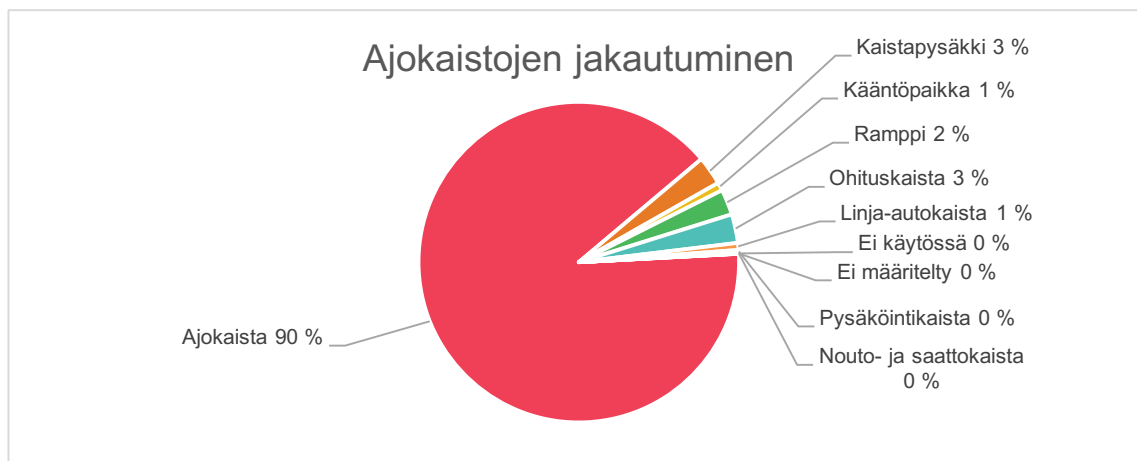
Ajoratojen geometriasta valtaosa, 40% on liityntäkatuja. Pysäköintialueet ja yksityistiet muodostavat yli neljänneksen geometriasta, mikä on kaksi kertaa enemmän kuin valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteitä yhteensä (kuva 41). Yksikään luokka ei jäänyt turhaksi. Linja-autokaista-luokan nimi tullaan vaihtamaan joukkoliikenneväyläksi, koska lentoasemalla ja joillain taksiasemilla on vain takseille sallittuja ajoväyliä. Nämä jouduttiin vektoroimaan linja-autokaistoina sopivan luokan puuttuttua. Vektoroinnin yhteydessä olisin kaivannut ”sisäänajo”- ja ”ajoväylä” -luokkia.



Kuva 41. Ajoratojen geometrian jakautuminen toiminnallisiin luokkiin.

Ajokaistojen luokittelu oli vaikeaa. Suunnitteluvaiheessa oli mukana mm. ramppien liittymis- ja erkanemiskaistat, mutta ne tulivat lopulliseen versioon mukaan vain ramppeina, koska erkanemiskaista on toisesta päästä liittymiskaista, ja sen kohdan missä luokka vaihtuu, määrittäminen on vaikeaa.

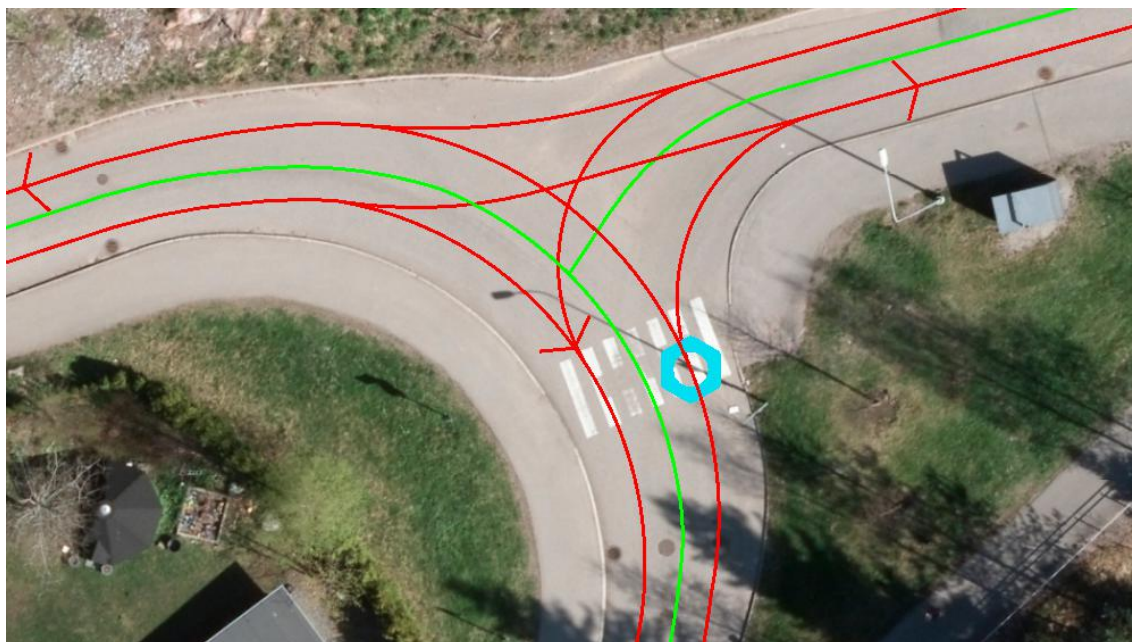
Suurin osa, 90 % ajokaistojen geometriasta on pelkkiä ajokaistoja (kuva 42). Myös ajokaistojen linja-autokaista-luokka on nimettävä uudelleen joukkoliikennekaistaksi taksien takia. Turhimmaksi luokaksi jäi nouto- ja saattokaista sillä ajokaistat kattavat vain kadut ja tiet, eivätkä näin ylety suurimmalle osaa näistä.



Kuva 42. Ajokaistojen geometrian jakautuminen toiminnallisiin luokkiin.

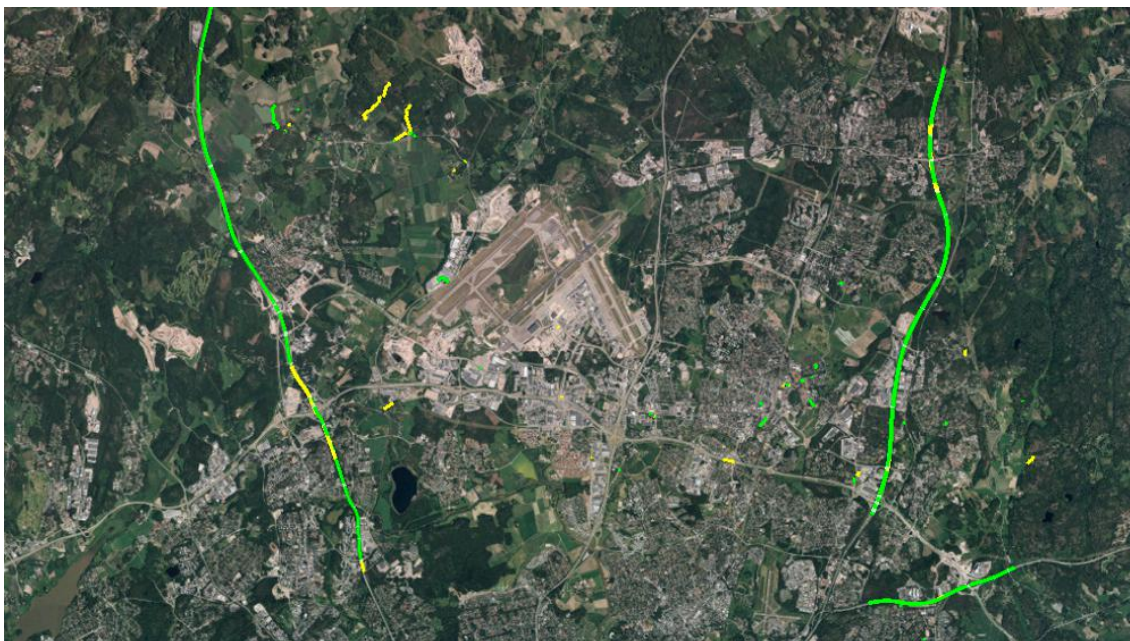
5 Laadunvarmistus

Koska työ ei ihan ehtinyt kokonaan valmistua, ei kunnollista laadunvarmistusta ehditty tehdä tämän opinnäytetyön puitteissa. Työn laatua valvottiin työn aikana Stella Mapin ”Tiedoston puhdistus”-työkalulla. Työkalulla voi etsiä ja liputtaa joko päällekkäisiä tai risteäviä elementtejä sekä aukkoja (kuva 43). Työkalu liputti myös suuren määrän vääriä positiivisia paikkoihin, joissa kaarteiden päätepisteet ovat lähekkäin.



Kuva 43. Tiedoston puhdistus -työkalu on löytänyt ja liputtanut n. 2 mm:n aukon.

Toiminnallisten luokkien tarkistus aloitettiin jättämällä vain Valtatie-taso näkyviin. Valtatie-tasolle oli kertynyt eniten väärin luokiteltua keskilinjaa, koska se on luonti- ja editointidialogin luokka-pudostusvalikon ylimpänä arvona ja näin ollen myös oletuksena, kun aletaan vektoroimaan. Väärin luokitellut keskilinjat näkyivät keltaisena ja vihreänä silpuna todellisten valtateiden välissä (kuva 44). Muilla tasoilla virheet olivat tyypillisesti yhtenäisessä keskilinjassa näkyviä aukkoja.



Kuva 44. Valtatie-taso ennen korjauksia.

6 Yhteenveto

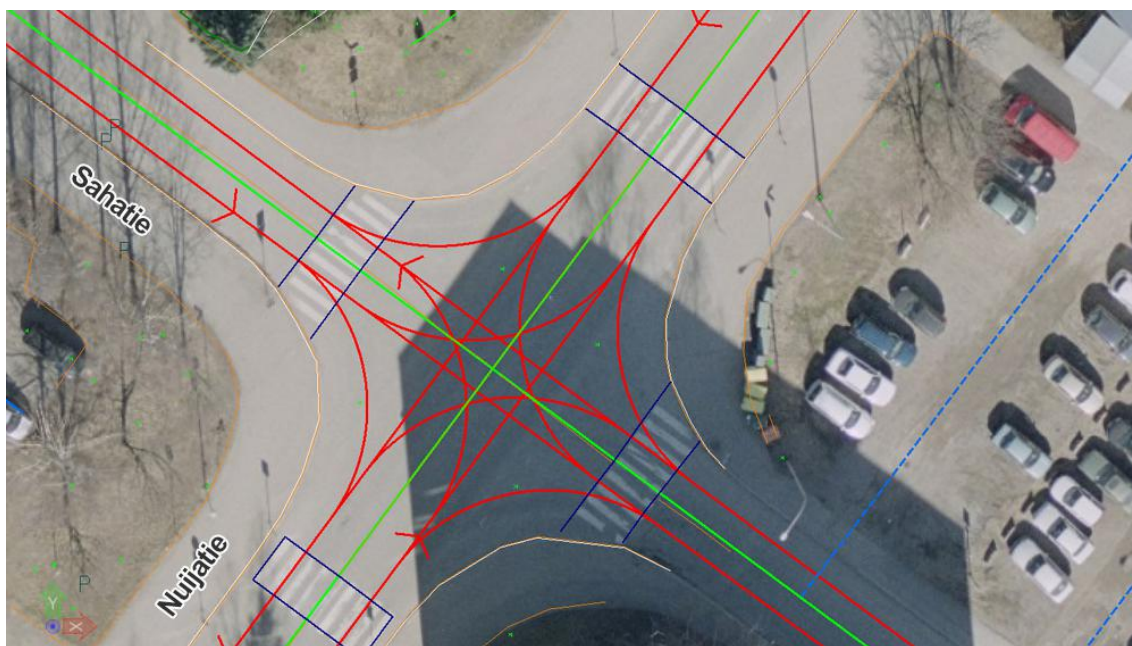
Tässä insinööriyössä kaikki muu paitsi Stella Mapin käyttö oli minulle uutta ja haastavaa, eli helpointa oli keskilinja-aineiston vektoroiminen Stella Mapilla. Silti prosessi yllätti valtavuudellaan, kun vektoroitavia kohteita tuntui olevan loputtomasti. Vektoroinnin edetessä opin nopeampia ja tarkempia vektorointimenetelmiä. Sen huomaa hyvin, kun vertaa vektoroinnin alussa ja lopussa tuotettua geometriaa. Alkupäässä tuotettu geometria on tyypillisesti hieman kulmikkaampaa, eikä se ole kaikissa kohdissa niin sulavaa.

Haastavin vaihe oli projektin alkuvaiheessa, kun pääsin tekemään konversiota ja uutta skeemaa. Sain näihin liittyviin tehtäviin ja niissä käytettäviin ohjelmiin lyhyet, mutta hyvät perehdytykset. Silti näiden tehtävien vieminen läpi vaati useita tarmokkaita yritys-erehdys kokeiluja. Myös insinööriyön tekeminen tästä aiheesta oli haastavaa, sillä vastaavaa

ei tietääkseni ole kukaan tehnyt ennen niin, että sitä olisi dokumentoitu julkisesti. Käytännössä kaikki lähtötietoja lukuun ottamatta piti keksiä itse ja luoda tyhjästä.

Mielestäni lopputulos on todella hyvä, vaikka vektorointi ei ehtinyt valmistua tämän insinööriyön puitteissa. Vektorointi jäi hieman kesken pysäköintialueiden, huoltoteiden ja yli 50 metrin pituisten yksityisteiden vektoroinnin osalta. Myöskään kunnollista topologista tarkistusta ei ehditty tekemään.

Laitoin geotekniikan lähettämän kartoituksen ja uuden keskilinja-aineiston päällekkäin (kuva 45). Risteyksessä Nuijatiellä keskilinjoiden ero on enimmillään noin 5 cm, kun taas Sahatiellä ero on noin 30 cm ja risteyksen toisella puolella noin 30 cm toiseen suuntaan. En tiedä mistä noin 30 cm:n puolelta toiselle siirtyvä ero johtuu, mutta keskilinja-aineiston keskilinja on ortoilmakuvilta ja kantakartalta mitattuna keskellä sekä täsmää Googlen katunäkymässä näkyvään asfaltin saumakohtaan suojatien kohdalla.



Kuva 45. Uusi keskilinja-aineisto ja geotekniikan kartoitus Nuijatieltä päällekkäin.

Keskilinja-aineistoa ollaan tämän insinööriyön palautushetkellä julkaisemassa muiden kuntak-yksiköiden kommentoitavaksi. Palautetta ei ehditty kerätä. Loppuvuoden aikana aineisto vektoroidaan loppuun ja sille suoritetaan topologiset korjaukset. Sen jälkeen sitä mahdollisesti korjataan muilta kuntak-yksiköiltä saadun palautteen perusteella. Aineisto

julkaistaan mahdollisesti avoimena datana vuoden 2017 aikana. Aika näyttää seuraavatko muut kunnat perässä, vai jääkö Vantaa yksin ajokaistatasoisen keskilinja-aineiston kanssa.

Lopuksi haluan vielä kiittää jokaista tähän projektiin osallistunutta henkilöä. Iso kiitos!

Lähteet

- 1 Kuntatekniikan keskus. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <http://www.vantaa.fi/hallinto_ja_talous/organisaatio/maankayton_rakentamisen_ja_ympariston_toimiala/kuntatekniikan_keskus>. Luettu 7.5.2016.
- 2 Maanmittauspalvelut. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/rakentaminen/maanmittauspalvelut>. Luettu 7.5.2016.
- 3 Maanmittauspalvelut / Henkilöt ja tehtävät. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/rakentaminen/maanmittauspalvelut/yhteystiedot/henkilot_ja_tehtavat>. Luettu 7.5.2016.
- 4 Mittausosaston vuosiraportti. 2015. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <https://vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/121641_Vantaan_kaupungin_mittausosaston_vuosiraportti_2015.pdf>. Luettu 7.5.2016.
- 5 Aloituskokous. Mittausosasto. Keskustelu 22.2.2016.
- 6 Geotekniikan yksikön esittely. Verkkodokumentti. <http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/rakentaminen/maaperatiedot/geotekniikan_yksikko>. Luettu 9.5.2016.
- 7 Kotovuori, Miika. 2016. Maastotutkimusinsinööri, Vantaa. Sähköpostikeskustelu 11.3.2016.
- 8 Vantaa tänään ja huomenna. 2015. Verkkodokumentti. Kehto-foorumi. <http://kuntatekniikka.fi/wp-content/uploads/sites/2/2015/11/Westlin_Avaus_Vantaa_Kehto_291015.pdf>. Luettu 9.6.2016.
- 9 Juntunen, Janne. 2016. Katupäällikkö, Vantaa. Sähköpostikeskustelu 29.2.2016.
- 10 Vantaan kaupunki - Liikenne. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/kadut_ja_viheralueet/liikenne>. Luettu 9.5.2016.
- 11 Kunnossapito. Verkkodokumentti. Vantaan kaupunki. <http://www.vantaa.fi/asuminen_ja_ymparisto/kadut_ja_viheralueet/kunnossa-_ja_puhtaanapito>. Luettu 10.5.2016.
- 12 Rytönen-Halonen, Suvi. 2016. Liikennetietoasiantuntija, Vantaa. Sähköpostikeskustelu 22.3.2016.
- 13 Laki tie- ja katuverkon tietojärjestelmästä 991/2003.

- 14 Valtioneuvoston asetus tie- ja katuverkon tietojärjestelmään tallennettavista ominaisuuksista 997/2003.
- 15 JHS 188 Kansallisen tie- ja katuverkostoaineiston ylläpito ja ylläpitotietojen dokumentointi. 2014. Verkkodokumentti. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta (JUHTA). <<http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs188>>. Luettu 7.5.2016.
- 16 Maantielaki 503/2005.
- 17 Kevyenliikenteen kohteiden luokittelu Vantaalla. 2013. Vantaan kaupunki, mitausosasto.
- 18 Yli-Seppälä, Jussi. 2014. Katuverkon hallinnan kehittäminen. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. <<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/22654>>. Luettu 30.3.2016.
- 19 Örn, Ossi. 2016. Kaupunkimittausinsinööri, Keravan kaupunki. Tapaaminen 4.3.2015.
- 20 HERE introduces HD maps for highly automated vehicle testing. 2016. HERE 360. <<http://360.here.com/2015/07/20/here-introduces-hd-maps-for-highly-automated-vehicle-testing/>>. Luettu 9.4.2016.
- 21 Zenrin Plans on Making 3D Maps for Autonomous Cars. 2016. Thinking Highways. <<http://thinkinghighways.com/zenrin-plans-on-making-3d-maps-for-autonomous-cars/>>. Luettu 9.4.2016.
- 22 Digiroad- tietolajien kuvaus. 2016. Liikennevirasto. <http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/236203/Tietolajien_kuvaus.pdf/2b6cd70c-a040-4b4c-8b47-b6518e3becee>. Luettu 25.6.2016.
- 23 Kalso, Markus. 2016. Paikkatietoinsinööri, Vantaa. sähköpostikeskustelu 11.5.2016.
- 24 Käyttöohje - Stella Map (Järjestelmä), versio 08.11.09.xxx. 2014. Bentley Systems Finland Oy.
- 25 Skeeman päivitysohjeet. 2015. Vantaan kaupunki.
- 26 Centerline of a Roadway Law & Legal Definition. Verkkodokumentti. USLegal. <<http://definitions.uslegal.com/c/centerline-of-a-roadway/>>. Luettu 30.11.2016.

VANTAAN UUSI KESKILINJA-AINEISTO



<https://vantaa.fi/mittausosasto/>

VANTAAN UUSI KESKILINJA-AINEISTO

Mittausosasto on vektoroinut katuverkon keskilinja-aineistoa vuoden 2016 kesän aikana ja nyt alkaa olla niin valmista, että voimme esitellä sitä teille.

Vektorointia on suoritettu pääosin kaupungin omilta ortoilmakuvilta, joiden maastoerotuskyky on 5–10 cm. Koska tarkkojen ortoilmakuvien ajantasaisuus on vaihtelevaa, uudet kohteet vektoroitiin kantakartalta ja uudemmalta, vuoden 2015 ortoilmakuvalta, jonka alueellinen erotuskyky on 20 cm. Vektoroinnin tueksi tehtiin muutamia maastokäyntejä. Aineiston tavoitteellinen tarkkuus on 5–25 cm.

Aineisto sisältää ajoratojen sekä ajokaistojen keskilinjat hybridimallina. Aineisto kattaa koko Vantaan lentokentän porteille saakka sekä muutaman naapurikunnan läpi kulkevan väylän. Ajokaistat kattavat vähintään kaikki osoitteelliset tiet ja kadut.





AJORADAT

Ajoradat ovat uuden keskilinja-aineiston kaikkein tarkinta geometriaa. Kaikki viivat on vektoroitu niin keskelle, kun on mahdollista ortoilmakuvilla näkyvien tiemerkintöjen, kantakartan ja apuviivojen avulla. Ajoratojen vektoroinnissa on pyritty noudattamaan JHS 188 -suosituksen sisältämiä mallinnussääntöjä. Yksi elementti on tyypillisesti yhden liittymävälin mittainen. Poikkeuksen tähän aiheuttaa ajoratojen hybridigeometria, johon ajokaistojen geometria aiheuttaa ylimääräisiä katkoksia.



AJOKAISTAT

Uuden keskilinja-aineiston ajokaistat on saatu pääosin kopioimalla ajoradan geometria yhdensuuntaisesti sen molemmille puolille. Ajokaistojen geometriaa on korjattu keskelle apuviivojen avulla kohdissa, joissa ajoradan leveys muuttuu. Ajokaistat ovat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta aina yksisuuntaisia.



HYBRIDIGEOMETRIA

Hybridigeometria on ajoratojen geometriaa, joka kuuluu myös ajokaistoille. Hybridigeometriaa on mm. alle 4–4.5 m leveät kadut, yksiajokaistaiset rampit, kolmeajokaistaisen ajoradan keskimmäinen ajokaista sekä kuvassa näkyvä tilanne, jossa keskikaistale on yli 200 m pitkä ja sen molemmilla puolilla kulkee yksi ajokaista.

KOhteiden esittely - T-RISTEYKSET

ϕ = halkaisija

Molemmat $\phi < 4-4.5$ m



Kuvaus

Kapeilla kaduilla ajoradat ovat hybridigeometriaa. T-risteyksissä ajokaistoille on omat kaarteet. Kaarteet on toteutettu ympyrän kaarina.

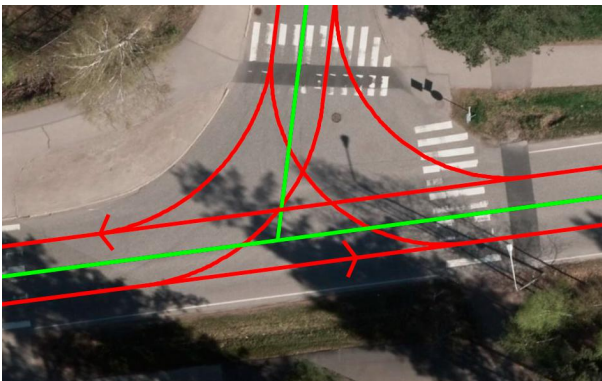
Toinen $\phi < 4-4.5$ m



Kuvaus

Tässä risteystyyppissä ajokaistojen kaarteet katkaisevat 4 kertaa risteävän tien geometrian. Ajorata jatkuu tässäkin viimeisen kaarteiden jälkeen risteykseen saakka ilman ajokaista-ominaisuutta.

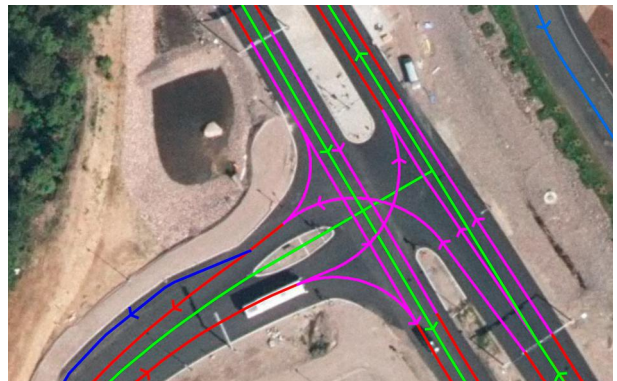
Molemmat $\phi > 4-4.5$ m



Kuvaus

Tässä risteystyyppissä molemmat geometriat ovat erillään ja risteuksen yleisilme on varsin selkeä.

Useita ajokaistoja / ajoratoja



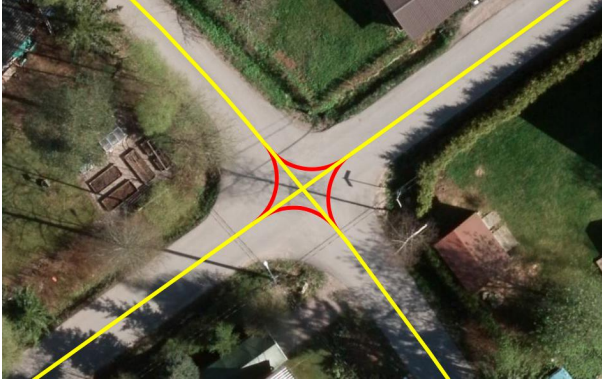
Kuvaus

Kaikista monimutkaisin t-risteys. Huomattavin ero edellisiin risteystyypppeihin on kaistanvaihtokielto. Kielto alkaa sulkuviivan alkupäästä ja loppuu kaarteiden päädyssä.

KOhteiden esittely - X-risteykset

∅ = halkaisija

Molemmat ∅ < 4-4.5 m



Kuvaus

Erona vastaavaan t-risteykseen ajoradoilla säilyy risteuksen läpi ajokaista-ominaisuus.

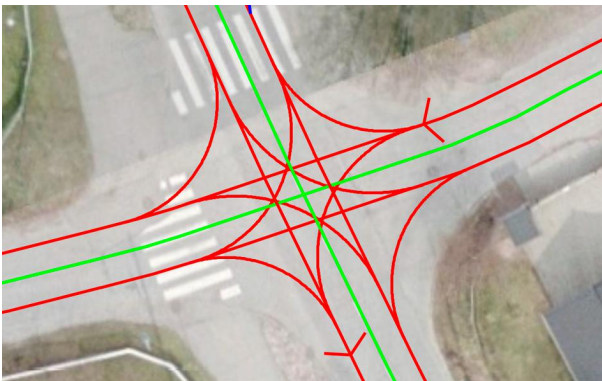
Toinen ∅ < 4-4.5 m



Kuvaus

Poikittainen ajorata katkeaa 9 kertaa risteyksessä. Jos risteuksen luoteispuolen geometrian peittää, niin näkee vielä 5:n t-risteystyyppin, jossa leveä katu liittyy kapeaan katuun.

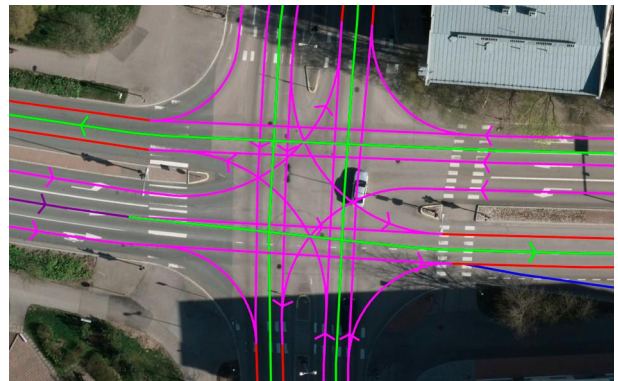
Molemmat ∅ > 4-4.5 m



Kuvaus

Risteyksessä on kahdeksan kaarretta. Ajokaistat ovat yksisuuntaisia ja ajoradat kaksisuuntaisia.

Useita ajokaistoja / ajoratoja



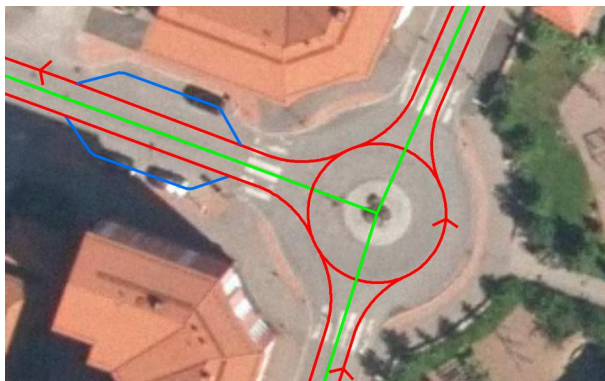
Kuvaus

Näin isossa risteyksessä kaikki viivat ovat yksisuuntaisia. Osa ajoradan geometriasta on hybridigeometriaa, jolloin ajoradallakin voi olla kaistanvaihtokielto.

KOhteiden esittely - Kiertoliittymät

∅ = halkaisija

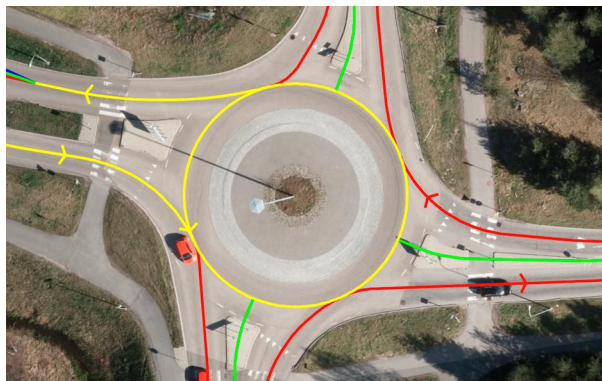
Ympyrä ∅ < 20 m



Kuvaus

20 metrin sääntö tulee JHS 188 -suosituksen ohjeista. Vektoroinnissa olemme noudattaneet sitä sääntöä, vaikka esim. Digiroadissa tämäkin alle 20 m kiertoliittymä on kuvattu ajoradan osalta ympyränä.

Ympyrä ∅ > 20 m



Kuvaus

Tämä on yleisin kiertoliittymätyyppi. Kiertoliittymässä voi olla useampi ajokaista. Ajoratojen suunta on ympyrän origossa. Hybridigeometria liittyy ajokaistojen tavoin kiertoliittymään.

Spiraali



Kuvaus

Spiraalin muotoisen kiertoliittymän ajoradan keskilinja on mahdotonta mallintaa ”oikein”. Valitsimme toteutustavaksi mallin, jossa kiertoliittymän läpi kulkevien ajoratojen väliin tulee kaarteet, jotka eivät ole keskellä.

Ellipsi



Kuvaus

Ellipsin muotoinen kiertoliittymä eroaa vain muodoltaan yli 20 m ympyrästä. Tässä osa kiertoliittymästä on alikulkua. Alikulut on leikattu geometriaan kantakartan avulla.

KOhteiden esittely - Eritasoliittymät

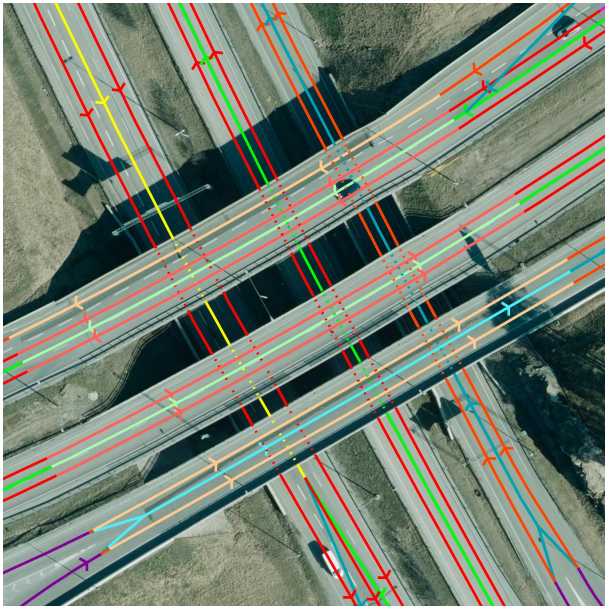
Eritasoliittymät ovat koko aineiston monimutkaisimpia kohteita. Yhden eritasoliittymän vektoroimiseen on saattanut kulu useampi päivä. Ramppien pyöreiden muotojen mallintaminen on hitaampaa, kuin suorien teiden. Sillat, alikulut ja kaistanvaihtokiellot vaativat sen, että viivoja on pitää pätkeä paljon.

Eritasoliittymän pääkomponentit ovat risteävät tiet erottavat sillat ja alikulut sekä niitä yhdistävät rammit. Näiden lisäksi eritasoliittymissä on usein linja-autokaistoja sekä linja-autopysäkkejä.



KOhteiden ESITTELY - KIERTOLIITTYMÄT

Yli- ja alikulut



Kuvaus

Keskilinja-aineiston sillat ovat mitoitettu ortoilmakuvilla näkyvien reunapalkkien mukaan tyypillisesti 10 metriä liian pitkiksi, jotta aineisto saadaan projisoitua maastomallin päälle. Pienissä ojien yli kulkevissa silloissa ja joissain paikoissa, missä risteys meinaa tulla sillalle olemme käyttäneet poikkeuksellisesti 5 metrin sääntöä.

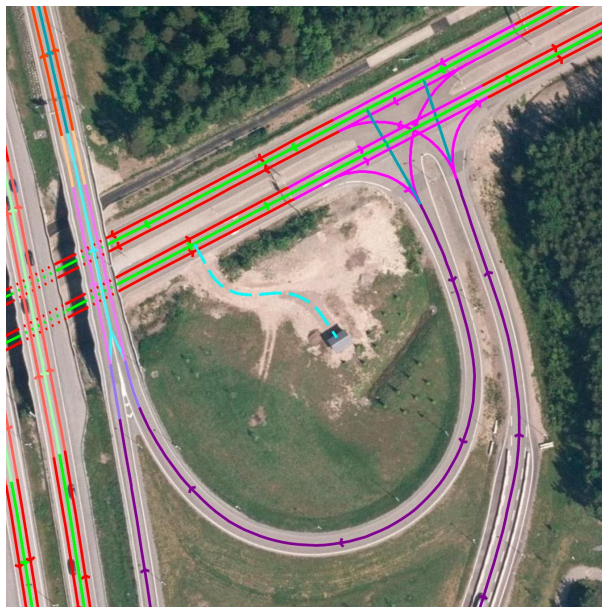
Alikulut on leikattu kantakartan avulla.

Kuvaus

Keskilinja-aineiston rampit ovat useimmiten ajoratoja, joiden ajokaista ja kaistavaihtokielto -ominaisuudet ovat päällä. Kaikki rampit ovat vektoroitu niin tiheään, ettei niissä pitäisi olla näkyviä taitepisteitä.

Kaistanvaihtokielto ja hybridigeometria päättyy yleensä maalikärkeen.

Rampit



KOhteiden esittely - MUUT KOhteET

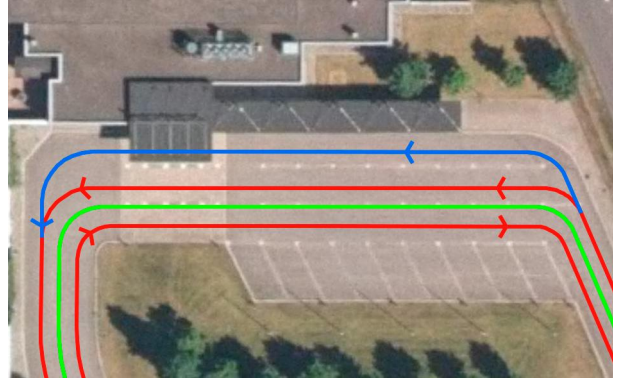
Ajokaista / Kääntöpaikka



Kuvaus

Kääntöpaikat kuuluvat ajokaistojen geometriaan. Ajokaistat ja ajoradan geometria päättyvät yleensä siihen mistä kääntöpaikan kaarre alkaa. Kääntöpaikka on yksisuuntainen.

Ajokaista / Nouto- ja saattokaista



Kuvaus

Nouto- ja saattokaistalla on kuvattu ajokaistat, joita on yleensä rakennusten edustalla henkilöiden tai tavaroiden siirtymistä varten. Tämä luokka jäi odotettua suppeammaksi, koska ajokaistat eivät ylety näille saakka.

Ajokaista / Pysäköintikaista



Kuvaus

Pysäköintikaistat käsittävät ajoneuvojen pysäköintiä varten tehdyt levennykset ajorataan. Pysäköintikaista ei vaikuta ajoradan keskilinjan sijaintiin.

Ajokaista / Kaistapysäkki

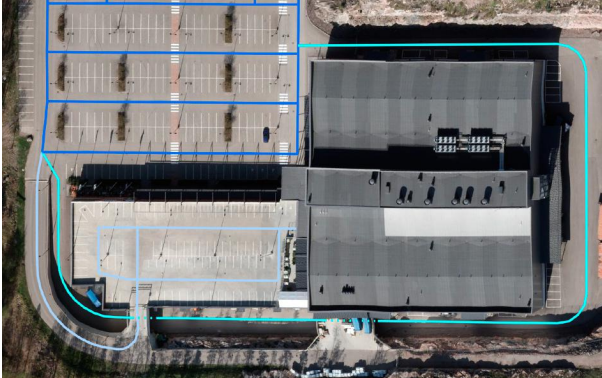


Kuvaus

Ajoradan pysäkkilevennykset on kuvattu kaistapysäkki-viivoilla, joka noudattelee pysäkin ulkoreunan geometriaa. Viivoilla ei sen sijaan ole kuvattu suoralla ajokaistalla olevaa linja-autopysäkkiä.

KOhteiden esittely - Muut kohteet

Ajorata / Huoltotie



Kuvaus

Huoltotiet ovat osa ajoratojen geometriaa. Ajokaistat ylettyvät korkeinaan sisäänajolle. Huolteteillä on kuvattu kohteiden ylläpitoa ja käyttöä palvelevia ajoväyliä.

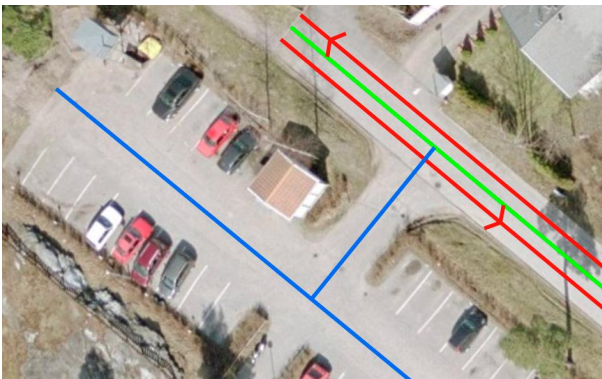
Ajorata / Huoltoaukko



Kuvaus

Huoltoaukot ovat geometrialtaan poikittaisia viivoja, jotka yhdistävät kaksi eri suuntaan kulkevaa ajorataa. Niiden keskellä on yleensä liukupuomi. Puomit, portit ja muut ajoesteet on tallennettu omaan POI-kohteeseen.

Ajorata / Pysäköintialue (pieni)



Kuvaus

Pysäköintialueen geometrialla on kuvattu pysäköintialueella kulkevia ajoväyliä.

Ajorata / Pysäköintialue (suuri)



Kuvaus

Suuret pysäköintialueet muodostavat suorakulmiomaisia verkkoja. Näissä on pyritty huomioimaan mahdolliset yksisuuntaiset osuudet.

KOhteiden ESITTELY - MUUT KOhteET

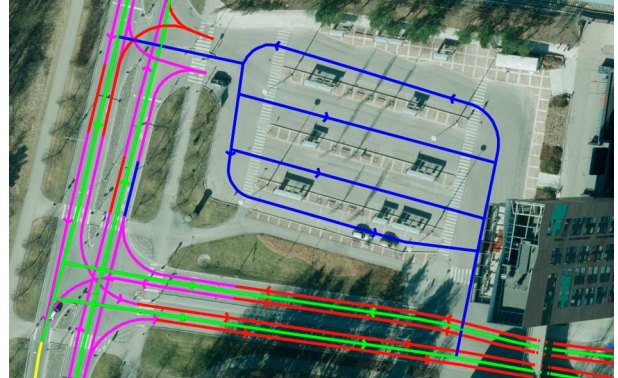
Tunnelit



Kuvaus

Tunneli määriteltiin suunnitteluvaiheessa maan sisällä kulkevaksi ajoväyläksi. Tunneleihin saatiin lopulta vain huoltotunneleiden sisäänkäynnit.

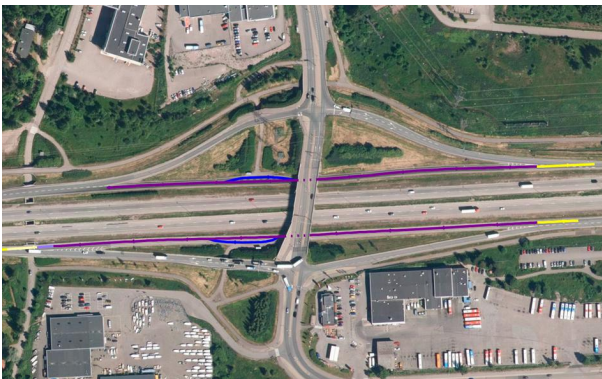
Joukkoliikenneterminaalit



Kuvaus

Joukkoliikenneterminaaleilla on kuvattu suuret linja-auto asemat, joita on tyypillisesti merkittävimpien rautatieasemien yhteydessä.

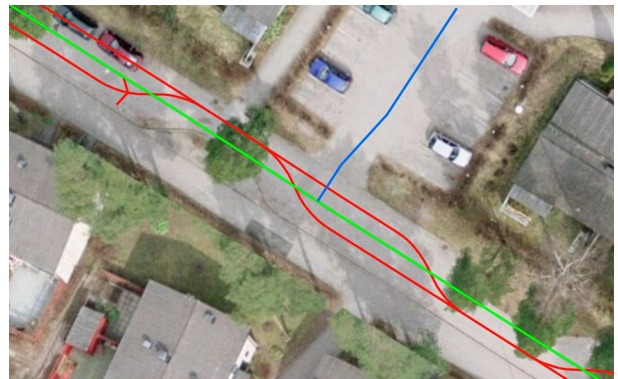
Linja-autokaistat



Kuvaus

Linja-autokaistat koostuvat ajoradoista ja ajokaistoista. Eritasoliittymissä linja-autokaistat ovat ajoratoja, kun taas ajoradoilla ne ovat ajokaistoja.

Ajoradan kavennukset



Kuvaus

Ajoradan kavennukset on otettu huomioon ajokaistojen geometriassa. Kavennuksessa ajokaistojen geometria kapenee yksikaistaiseksi ja muuttuu samalla kaksisuuntaiseksi.

VANTAAN AJONEUVOLIIKENTEN KESKILINJA-AINEISTO

Tärkeimmät ominaisuudet

- Ajantasainen
- Desimetri-tarkka
- Kattaa koko Vantaan
- Noin 4000 km viivaa
- Sisältää ajokaistat ja ajoradat
- Ajoradoista n. 10% on hybridigeometriaa
- Jokaisella elementillä 8–9 kpl sille määritettyä ominaisuustietoa
- Ajoradoilla on 18 ja ajokaistoilla on 10 toiminnallista luokkaa
- 7 rakenne tasoa (maanpinta, alikulku, silta, yms.)

TUTUSTU AINEISTOON

Intranet
Stella Map
Katselurajapinta WMS

<http://vampatti.vantaa.fi/>

Avaa aineisto Vantaa-valikosta

<http://srvilmakuva:8083/geoserver/wms>

- ▶ gis:keskilinjat
- ▶ gis:ajokaistat

Suorasaantilataus WFS

<http://srvilmakuva:8083/geoserver/wfs>

- ▶ gis:keskilinjat
- ▶ gis:ajokaistat

PALAUTE JA LISÄTIEDOT

Kimmo Juntila

Kaupunkimittausinsinööri, DI

etunimi.sukunimi@vantaa.fi

(09) 8392 2239 / 0400 850 237